

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-202356

(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343
G02F 1/136

(21)Application number : 10-150461

(71)Applicant : HYUNDAI ELECTRON IND CO
LTD

(22)Date of filing : 29.05.1998

(72)Inventor : LEE SEUNG HEE
SEOK-LYUL LEE

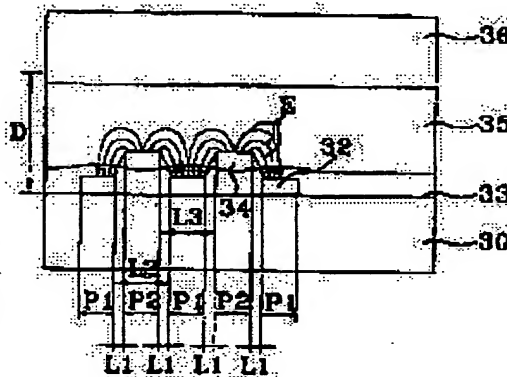
(30)Priority

Priority number : 97 9776720
98 9809243Priority date : 29.12.1997
18.03.1998Priority country : KR
KR(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE HAVING HIGH TRANSMISSION FACTOR
AND HIGH APERTURE AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain improvement in a transmissivity and an aperture rate by moving all liquid crystal polymers existent at the upper part of an electrode by forming opposed electrodes and pixel electrodes from transparent materials and forming a distance between both the electrodes smaller than a cell gap.

SOLUTION: On the inner side face of a first substrate 30, a first electrode (opposed electrode) 32 and a second electrode (pixel electrode) 34 for rearranging liquid crystal polymers in applying an electric field are respectively arranged while sandwiching an insulating film 33. The first and second electrodes 32 and 34 are composed of transparent conductors. The first substrate 30 and a second substrate 36 are arranged while sandwiching a liquid crystal layer 35, and a distance L1 between the first and second electrodes 32 and 34 is smaller than a cell gap D between the first and second substrates 30 and 36. Besides, width P1 of the first electrode 32 and width P2 of the second electrode 34 are formed narrower than the electrode width of a conventional liquid crystal display device. Therefore, an electric field E made parabolic rather than an in-plane electric field having the straight electric line force is formed between the first and second electrode 32 and 34 during electric field is applied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-202356

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.⁸G 0 2 F 1/1343
1/136

識別記号

5 0 0

F I

G 0 2 F 1/1343
1/136

5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数69 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願平10-150461

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月29日

(31) 優先権主張番号 1 9 9 7 / P 7 6 7 2 0

(32) 優先日 1997年12月29日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 8 / P 9 2 4 3

(32) 優先日 1998年 3月18日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591024111

現代電子産業株式会社

大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山136-1

(72) 発明者 李 升 ▲ヒ▼

大韓民国 京畿道 利川市 倉前洞 49-1 現代アパート 102-1206

(72) 発明者 李 錫 烈

大韓民国 ソウル 廣津區 紫陽1洞 769-19

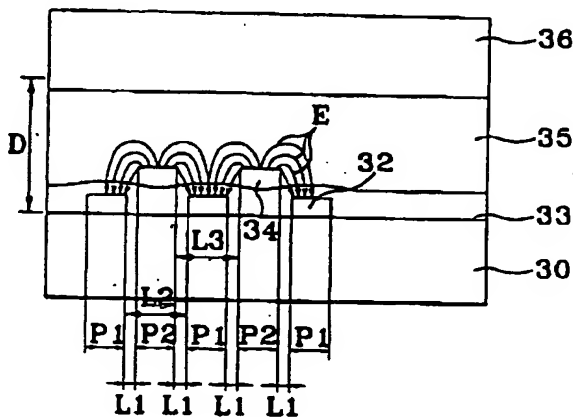
(74) 代理人 弁理士 斎藤 栄一

(54) 【発明の名称】 高透過率と高開口率を有する液晶表示装置及びその製造 方法

(57) 【要約】

【課題】 高透過率と高開口率を有する液晶表示装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 互いに第1距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第1基板及び第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、前記第1基板の内側面上に形成され、第1幅を有する第1電極と、前記第1基板の内側面上に第2幅を有し形成され、第1電極と第2距離において隔たり、前記第1電極と共に電界を形成し液晶を動かす第2電極とを含み、前記第1電極と前記第2電極は透明伝導体からなり前記両基板間の第1距離は前記両電極間の第2距離より大きいことを特徴とする液晶表示装置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに第 1 距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第 1 基板及び第 2 基板と、

前記第 1 基板と第 2 基板との間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、

前記第 1 基板の内側面上に形成され、第 1 幅を有する第 1 電極と、

前記第 1 基板の内側面上に第 2 幅を有し形成され、第 1 電極と第 2 距離において隔たり、前記第 1 電極と共に電界を形成し液晶を動かす第 2 電極とを含み、

前記第 1 電極と前記第 2 電極は透明伝導体からなり、前記両基板間の第 1 距離は前記両電極間の第 2 距離より大きいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 幅及び第 2 幅は、前記両電極の間で発生する電界により前記両電極のそれぞれの上部に存在する液晶分子が全て実質的に動けるだけの幅であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 前記両電極間の第 2 距離は約 0.1 乃至 5 μm であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記第 1 幅に対する前記第 2 幅の比は約 0.2 乃至 4.0 であることを特徴とする請求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記第 1 電極の幅と前記第 2 電極の幅はそれぞれ約 1 乃至 8 μm であることを特徴とする請求項 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記液晶分子は、電界が形成されない時に前記基板の表面とそれらの長軸がほぼ平行に配列され、電界が形成される時に前記液晶分子の光軸が電界と平行または垂直をなすように配列されることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記第 1 基板の内側面上に形成された第 1 配向膜及び前記第 2 基板の内側面上に形成された第 2 配向膜を更に含み、前記第 1 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 1 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 1 ラビング軸方向に配列させ、また前記第 2 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 2 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 2 ラビング軸方向に配列させることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記液晶分子はブリティルト角を有し、そのブリティルト角は約 0° 以上、約 10° 以下であることを特徴とする請求項 7 記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 1 配向膜のラビング軸と第 2 配向膜のラビング軸とは互いに約 180° をなすことを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記第 1 基板の外側面上に配置され所定方向の偏光軸を有し前記液晶層と光学的に関連した偏光子と、前記第 2 基板の外側面上に配置され所定方向の

吸収軸を有し前記偏光子と光学的に関連した検光子とを更に含むことを特徴とする請求項 9 記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記偏光子の偏光軸と前記第 1 基板の第 1 配向膜の第 1 ラビング軸とがなす角は約 0° または約 90° であり、前記検光子の吸収軸と偏光子の偏光軸とがなす角は約 90° であることを特徴とする請求項 10 記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記第 1 基板の第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と前記電界方向とがなす角が約 0° 乃至 45° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陰であり、前記第 1 基板の第 1 配向膜のラビング軸と前記電界とがなす角が約 45° 乃至 90° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陽であることを特徴とする請求項 11 記載の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記液晶はネマチック液晶であり、前記液晶分子の屈折率異方性指数と前記第 1 距離とをかけた値が約 0.2 乃至 0.6 μm であることを特徴とする請求項 12 記載の液晶表示装置。

【請求項 14】 前記液晶はネマチック液晶であり、前記液晶分子の屈折率異方性指数と第 1 距離とをかけた値が約 0.2 乃至 0.6 μm であることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 15】 前記第 1 電極は共通信号が印加される第 1 電極であり、第 2 電極は表示信号が印加される第 2 電極であることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 16】 前記透明伝導体は ITO であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 17】 互いに第 1 距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第 1 基板及び第 2 基板と、

前記第 1 基板と第 2 基板との各内側面等の間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、

前記第 1 基板の内側面上に形成され、多数のストリップを含み、それぞれのストリップは第 1 幅を有するとともに第 2 距離だけ隣接したストリップから隔たる第 1 電極と、

前記第 1 基板の内側面上に形成され、前記第 1 電極ストリップの間にそれぞれ配置され、各々第 2 幅を有するとともに第 3 距離だけ隔たる多数のストリップを含み、第 1 電極のストリップと第 4 距離だけ隣接したストリップから隔たる第 2 電極と、

前記第 1 電極と前記第 2 電極を絶縁させる絶縁膜とを含み、

前記第 1 電極と前記第 2 電極はそれぞれ透明伝導体であり、

前記第 1 距離は前記第 4 距離より大きく、

前記第 2 幅は前記第 2 距離より小さく、前記第 1 幅は前記第 3 距離より小さく、

前記第 1 電極のストリップ及び第 2 電極のストリップのそれぞれの上部に存在する液晶分子が全て隣接したストリップ及びストリップ間の電界により実質的に動けるだけの幅であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 18】 前記透明伝導体は ITOであることを特徴とする請求項 17 記載の液晶表示装置。

【請求項 19】 前記第 4 距離は約 0.1 乃至 5 μm であることを特徴とする請求項 18 記載の液晶表示装置。

【請求項 20】 前記第 1 幅に対する前記第 2 幅の比は約 0.2 乃至 4.0 であることを特徴とする請求項 19 記載の液晶表示装置。

【請求項 21】 前記第 1 幅と前記第 2 幅はそれぞれ約 1 乃至 8 μm であることを特徴とする請求項 20 記載の液晶表示装置。

【請求項 22】 前記第 1 電極は、前記第 1 電極のストリップの一端を連結する第 1 ボディーを更に含むことを特徴とする請求項 21 記載の液晶表示装置。

【請求項 23】 前記第 2 電極は、前記第 2 電極のストリップの一端を連結するとともに前記第 1 電極の第 1 ボディーとオーバーラップする第 1 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 22 記載の液晶表示装置。

【請求項 24】 前記第 1 電極は、前記第 1 電極の他端を連結する第 2 ボディーを更に含み、前記第 2 電極は、前記第 2 電極のストリップの他端を連結するとともに前記第 2 ボディーとオーバーラップする第 2 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 23 記載の液晶表示装置。

【請求項 25】 前記第 2 電極は、前記第 1 電極の第 2 ボディーと平行で前記第 2 電極のストリップの他端を連結する第 2 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 22 記載の液晶表示装置。

【請求項 26】 前記第 1 基板の内側面上に形成された第 1 配向膜及び前記第 2 基板の内側面上に形成された第 2 配向膜を更に含み、前記第 1 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 1 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 1 ラビング軸方向に配列させ、また前記第 2 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 2 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 2 ラビング軸方向に配列させることを特徴とする請求項 23 記載の液晶表示装置。

【請求項 27】 前記液晶分子はプリティルト角を有し、そのプリティルト角は約 0° 以上、約 10° 以下であることを特徴とする請求項 26 記載の液晶表示装置。

【請求項 28】 前記第 1 配向膜のラビング軸と第 2 配向膜のラビング軸とは互いに約 180° をなすことを特徴とする請求項 27 記載の液晶表示装置。

【請求項 29】 前記第 1 基板の外側面上に配置され所定方向の偏光軸を有し前記液晶と光学的に関連した偏光子と、前記第 2 基板の外側面上に配置され所定方向の吸収軸を有し前記偏光子と光学的に関連した検光子とを更に含むことを特徴とする請求項 28 記載の液晶表示装

置。

【請求項 30】 前記偏光子の偏光軸と前記第 1 基板の第 1 配向膜のラビング軸とがなす角は約 0° または約 90° であり、前記検光子の吸収軸と偏光子の偏光軸とがなす角は約 90° であることを特徴とする請求項 29 記載の液晶表示装置。

【請求項 31】 前記第 1 基板の第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と前記電界とがなす角が約 0 乃至 45° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陰であり、前記第 1 基板の第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と前記電界とがなす角が約 45 乃至 90° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陽であることを特徴とする請求項 30 記載の液晶表示装置。

【請求項 32】 前記液晶はネマチック液晶であり、液晶分子の屈折率異方性指数と第 1 距離とをかけた値が約 0.2 乃至 0.6 μm であることを特徴とする請求項 30 記載の液晶表示装置。

【請求項 33】 前記第 2 幅は第 2 距離と同じであり、第 1 幅は第 3 距離と同じであることを特徴とする請求項 17 記載の液晶表示装置。

【請求項 34】 前記第 1 幅に対する前記第 2 幅の比は約 0.2 乃至 4.0 であることを特徴とする請求項 33 記載の液晶表示装置。

【請求項 35】 前記第 1 電極の幅と前記第 2 電極の幅はそれぞれ約 1 乃至 8 μm であることを特徴とする請求項 34 記載の液晶表示装置。

【請求項 36】 前記第 1 電極は、前記第 1 電極のストリップの一端を連結する第 1 ボディーを更に含むことを特徴とする請求項 35 記載の液晶表示装置。

【請求項 37】 前記第 2 電極は、前記第 2 電極のストリップらの一端を連結するとともに前記第 1 ボディーとオーバーラップする第 1 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 36 記載の液晶表示装置。

【請求項 38】 前記第 1 電極は、前記第 1 電極のストリップの他端を連結する第 2 ボディーを更に含み、前記第 2 電極は、前記第 2 電極のストリップの他端を連結するとともに前記第 1 ボディーとオーバーラップする第 2 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 37 記載の液晶表示装置。

【請求項 39】 前記第 2 電極は、前記第 2 電極のストリップの他端を連結する第 2 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 36 記載の液晶表示装置。

【請求項 40】 前記第 1 基板の内側面上に形成された第 1 配向膜及び前記第 2 基板の内側面上に形成された第 2 配向膜を更に含み、前記第 1 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 1 ラビング軸を有し、また前記第 2 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 2 ラビング軸を有し、電界印加時、液晶分子を前記第 2 ラビング軸方向に配列させることを特徴とする請求項 37 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 1】 前記液晶分子はブリティルト角を有し、そのブリティルト角は約 0° 以上、約 10° 以下であることを特徴とする請求項 4 0 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 2】 前記第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と第 2 配向膜の第 2 ラビング軸とは互いに約 180° をなすことを特徴とする請求項 4 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 3】 前記第 1 基板の外側面上に配置され、所定方向の偏光軸を有し、前記液晶と光学的に関連された偏光子と、前記第 2 基板の外側面に配置され、所定方向の吸収軸を有し、前記偏光子と光学的に関連された検光子とを更に含むことを特徴とする請求項 4 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 4】 前記偏光子の偏光軸と前記第 1 基板に形成される第 1 配向膜の第 1 ラビング軸とがなす角は、ほぼ約 0° または約 90° であり、前記検光子の吸収軸と偏光子の偏光軸とがなす角は約 90° であることを特徴とする請求項 4 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 5】 前記第 1 基板に形成される第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と前記電界とがなす角が約 0 乃至 45° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陰のものを使用し、前記第 1 基板に形成される配向膜のラビング軸と前記電界とがなす角が約 45 乃至 90° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陽であることを使用することを特徴とする請求項 4 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 6】 前記液晶はネマチック液晶であり、液晶分子の屈折率異方性指数と第 1 距離との積が約 0.2 乃至 $0.6 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 4 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 7】 前記第 2 幅は第 2 距離より大きく、第 3 幅は第 3 距離より大きいことを特徴とする請求項 1 7 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 8】 前記ゲートバスライン、データバスライン及び共通信号線は、Al, Mo, Ti, W, Ta, Cr から構成された群より選択されたいずれか一つの金属または二つ以上の合金で形成されることを特徴とする請求項 1 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 4 9】 前記液晶分子の屈折率異方性指数と第 1 距離とをかけた値が約 0.2 乃至 $0.6 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 0】 互いに第 1 距離をおいて対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第 1 基板及び第 2 基板と、前記第 1 基板と第 2 基板との間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、前記第 1 基板の内側面上に形成され、四角板状を有する第 1 電極と、前記第 1 基板の内側面上に形成され、多数のストリップを含み、全て第 1 電極とオーバーラップするように配置され、前記ストリップのそれぞれは一定の幅を有し、これらの間に一定の第 2 距離を有するように配列され、ス

トリップ間の部分に第 1 電極が露呈されるように形成された前記第 2 電極と、

前記第 1 電極と第 2 電極を絶縁させる絶縁膜とを含み、前記第 1 電極と前記第 2 電極はそれぞれ透明伝導体であり、

前記両基板間の第 1 距離は前記絶縁膜の厚みより大きく、

前記露呈された第 1 電極の幅と第 2 電極のストリップの幅は、第 1 電極及び第 2 電極のストリップのそれぞれの上部に存在する液晶分子が全て前記互いに隣接した第 1 電極及び第 2 電極のストリップ間の電界により実質的に動けるだけの幅であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5 1】 前記透明伝導体は ITO であることを特徴とする請求項 5 0 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 2】 前記第 2 電極のストリップ間の距離に対する前記第 2 電極の各ストリップの幅の比は約 0.2 乃至 4.0 であることを特徴とする請求項 3 6 または 5 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 3】 前記ストリップの幅は約 1 乃至 $8 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 5 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 4】 前記第 1 距離に対する前記第 2 電極のストリップ間の距離の比は約 0.1 乃至 5.0 であることを特徴とする請求項 5 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 5】 前記第 2 電極は、前記ストリップの一端を連結するとともに前記第 1 電極とオーバーラップする第 1 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 5 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 6】 前記第 2 電極は、前記ストリップの他端を連結するとともに前記第 1 電極とオーバーラップする第 2 連結部を更に含むことを特徴とする請求項 5 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 7】 前記第 1 基板の内側面上に形成された第 1 配向膜及び前記第 2 基板の内側面上に形成された第 2 配向膜を更に含み、前記第 1 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 1 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 1 ラビング軸方向に配列させ、また前記第 2 配向膜は前記電界方向と所定角度をなす第 2 ラビング軸を有し、電界が形成されない時に前記液晶分子を前記第 2 ラビング軸方向に配列させることを特徴とする請求項 5 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 8】 前記液晶分子はブリティルト角を有し、そのブリティルト角は約 0° 以上、約 10° 以下であることを特徴とする請求項 5 0 または 5 7 記載の液晶表示装置。

【請求項 5 9】 前記第 1 配向膜の第 1 ラビング軸と第 2 配向膜の第 2 ラビング軸とは互いに約 180° をなすことを特徴とする請求項 5 8 記載の液晶表示装置。

【請求項 6 0】 前記第 1 基板の外側面上に配置され所定方向の偏光軸を有し前記液晶と光学的に関連した偏光

子と、前記第2基板の外側面上に配置され所定方向の吸収軸を有し前記偏光子と光学的に関連した検光子とを更に含むことを特徴とする請求項59記載の液晶表示装置。

【請求項61】 前記偏光子の偏光軸と前記第1基板の第1配向膜の第1ラビング軸とがなす角は約 0° または約 90° であり、前記検光子の吸収軸と偏光子の偏光軸とがなす角は約 90° であることを特徴とする請求項60記載の液晶表示装置。

【請求項62】 前記第1基板の第1配向膜のラビング軸と前記電界とがなす角が約 0° 乃至 45° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陰であり、前記第1基板の第1配向膜のラビング軸と前記電界とがなす角が約 45° 乃至 90° ならば、前記液晶層は誘電率異方性が陽であることを特徴とする請求項61記載の液晶表示装置。

【請求項63】 前記液晶はネマチック液晶であり、液晶分子の屈折率異方性指数と第1距離とをかけた値が約0.2乃至0.6 μm であることを特徴とする請求項62記載の液晶表示装置。

【請求項64】 前記液晶はネマチック液晶であり、液晶分子の屈折率異方性指数と第1距離とをかけた値が約0.2乃至0.6 μm であることを特徴とする請求項50記載の液晶表示装置。

【請求項65】 前記ゲートバスライン、データバスライン及び共通信号線は、Al, Mo, Ti, W, Ta, Crから構成された群より選択されたいずれか一つの金属または二つ以上の合金で形成されることを特徴とする請求項36記載の液晶表示装置。

【請求項66】 透明な第1基板を準備する工程と、前記第1基板上に第1透明伝導体を形成する工程と、前記第1透明伝導体上部に第1金属膜を形成し、前記第1金属膜の所定部分をパターンニングし、ゲートバスラインと共通信号線を形成する工程と、前記第1透明伝導体をパターンニングし第1電極を形成する工程と、前記ゲートバスライン、共通信号線、第1電極が形成された第1基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜の所定部分上にチャネル層を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2透明伝導体を形成し、前記第2透明伝導体を前記第1電極とオーバーラップするようにパターンニングし、第2電極を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2金属膜を蒸着し、所定部分をパターンニングし、データバスライン、ソース及びドレインを形成する工程と、前記第1基板の結果物上部に配向膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項67】 前記第1及び第2透明伝導体はITOであることを特徴とする請求項66記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項68】 透明な第1基板を準備する工程と、前記第1基板上に第1透明伝導体を形成し、所定部分をパターンニングして第1電極を形成する工程と、前記第1基板上に第1金属膜を蒸着し、所定部分をパターンニングし、ゲートバスラインと共通信号線を形成する工程であって、前記共通信号線は第1電極とコンタクトされるようにする工程と、

前記第1電極及び、ゲートバスライン、共通信号線が形成された第1基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜の所定部分上にチャネル層を形成する工程と、

前記ゲート絶縁膜上部に第2透明伝導体を形成し、前記第2透明伝導体を前記第1電極とオーバーラップするようにパターンニングし、第2電極を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2金属膜を蒸着し、所定部分をパターンニングし、データバスライン、ソース及びドレインを形成する工程と、

前記第1基板の結果物上部に配向膜を形成する工程とを含む、

前記第1電極を形成する工程と、前記ゲートバスライン及び共通信号線を形成する工程は互いに換えて行うことができることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項69】 前記第1及び第2透明伝導体はITOであることを特徴とする請求項68記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置及びその製造方法に係わり、特に高透過率と高開口率を有する液晶表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブマトリクス型液晶表示装置の装置性能の急速な発展により、アクティブマトリクス型液晶表示装置が、平板テレビシステムまたは携帯型コンピュータ用高情報量のモニターのような応用分野に広く使用されるようになった。しかし、現在用いられるアクティブマトリクス型液晶表示装置のTN表示モードは、狭い視野角特性と遅い応答特性、特にグレースケール動作での遅い応答特性などのような根本的な問題点を有する。

【0003】このような問題点を解決するため、液晶表示素子の新しい多様な概念が提案された。例えば、一つの方法は、一つの画素がいくつかのサブ画素を有するマルチドメインのTN構造を使用することであり、他の方法は、液晶分子の物理的特性を補償するOCB (Optically Compensated birefringence) モードを使用することである。しかし、マルチドメイン方式は、視野角を向上させる点では非常に有用であるが、マルチドメインを形成するには工程が複雑で視野角の改善にも限界がある。また、OCBモード方式は、視野角特性と応答速度面で

電気光学的性能に優れるが、バイアス電圧により液晶を安定的に調節、維持することが難しいという短所がある。

【0004】最近には、新しい表示モードとして、液晶分子を駆動させる電極が全て同一の基板上に形成されるIPS (in-plane switching) モードが提案された。(M. ohta, M. ohta, S. Aratani, and K. Kondo in "Proceeding of the 15th International Display Research Conference", P. 577 by Society for Information Display and the intrinsic of Television Engineer of Japan, 1995)

【0005】図1は単位画素領域とそれを囲む隣接した画素領域とを含む従来のIPSモードの液晶表示装置の平面図である。図1を参照して、多数のゲートバスライン11は、下部基板10上にx軸方向の第1方向に沿って互いに平行に配列される。多数のデータバスライン15はx軸と垂直なy軸方向の第2方向に沿って互いに平行に配列される。多数のゲートバスライン11とデータバスライン15とはマトリクス配列をなし、多数の単位画素領域を決めている。単位画素領域は、一対の隣接したゲートバスラインと一対の隣接したデータバスラインとの交差によって限られる領域で区切られる。

【0006】多数のゲートバスライン11と多数のデータバスライン15はこれらの間に介されたゲート絶縁膜(図示せず)によって互いに絶縁される。対向電極12は、単位画素領域内に、例えば四角枠状を有するようにそれぞれ形成される。対向電極12はゲートバスライン11のように下部基板面上に配置される。

【0007】画素電極14は、ゲート絶縁膜(図示せず)を挟んで対向電極12の上部に配列され、四角枠状の対向電極12の囲んでいる領域を分割するように文字"1"状に配列される。画素電極14は、対向電極12の囲む領域を分割するy軸方向のウェブ(web)14cと、x軸方向に対向電極12とオーバーラップする第1フランジ14a及び第2フランジ14bとからなる。ここで、第1フランジ14aと第2フランジ14bは互いに平行に配列される。画素電極のウェブ14cはy軸方向と平行に第1フランジ14a及び第2フランジ14b間を連結するとともに、対向電極12で囲まれた領域を二つの領域に分割する。

【0008】薄膜トランジスタ16はゲートバスライン11とデータバスライン12との交差部分に設けられる。この薄膜トランジスタ16は、ゲートバスライン11から延びたゲート電極、データバスライン15から延びて形成されたドレイン電極、画素電極14から延びたソース電極及びゲート電極の上部に形成されたチャンネル層17を含む。

【0009】蓄積キャパシタCstは、対向電極12と画素電極14とがオーバーラップする部分で形成される。図1には示していないが、カラーフィルタ(図示せず)を備えた上部基板(図示せず)は下部基板10上に

所定距離を有して対向、配置される。ここで、ゲートバスライン11、対向電極12、画素電極14及びデータバスライン15は、アルミニウム、チタン、タンタル、クロム及びこれらの組合せから構成された群より選択された少なくとも一つ以上の金属で形成される。

【0010】このようなIPSモードの液晶表示装置の製造方法を図1及び図2を参照して説明する。図2は、図1を202-202'線で切断して示した断面図であり、下部基板10上に金属膜を、例えば2500乃至3500Åの厚みに形成する。金属膜は上記のアルミニウム、チタン、タンタル、クロム及びこれらの組合せから構成された群より選択された少なくとも一つ以上の金属で形成される。次いで、金属膜の所定部分をパターニングし、ゲートバスライン11と対向電極12を形成する。図2には対向電極12のみが見える。そして、ゲートバスライン11及び対向電極12が形成された下部基板10上部にゲート絶縁膜13を形成する。次に、薄膜トランジスタ16のチャンネル層17をゲート絶縁膜13の所定部分に形成する。その後、アルミニウム、チタン、タンタル、クロムなどのような不透明金属膜を、チャンネル層17の形成されたゲート絶縁膜13上部に、例えば4000乃至4500Åの厚みに形成する。次いで、不透明金属膜の所定部分をパターニングし、画素電極14及びデータバスライン15を形成する。図2には画素電極14のみが見える。その後、下部基板10の結果物表面に第1配向膜19を形成する。

【0011】下部基板10上に上部基板20を所定距離dをおいて配列する。ここで、従来の液晶表示装置では、下部及び上部基板10、20間の距離(以下、セルギャップという)dが画素電極のウェブ14c(以下、画素電極14と略称する)と対向電極12との距離1より大きくなっている。これは画素電極14と対向電極12との間に形成される電界が、基板10、20の表面とほぼ平行な形態を有するようにするためである。

【0012】カラーフィルタ21を下部基板10と対向する上部基板20の内側面に形成する。そして、第2配向膜22をカラーフィルタ21上部に形成する。ここで、第1及び第2配向膜19、22は、画素電極14と対向電極12との間に電界が形成されない時、液晶分子(図示せず)をその長軸が下部基板10表面にほぼ平行をなすように配列させる役割をする。そして、第1及び第2配向膜19、22はゲートバスライン11と所定角度をなすようにラビング処理されている。そして図面に示していないが、下部基板10の外側面に偏光子(図示せず)を取り付け、上部基板20の外側面に検光子(図示せず)を取り付ける。

【0013】このようなIPSモードの液晶表示装置は、ゲートバスライン11のうちいずれか一つに走査信号が印加され、データバスライン15に表示信号が印加されれば、信号が印加されたゲートバスライン11とデ

ータバスライン15との交差点の付近に位置する薄膜トランジスタ16がターンオンされる。すると、データバスライン15の表示信号は薄膜トランジスタ16を通じて画素電極14に伝えられ、対向電極12には、続けて共通信号が印加される。したがって、電界が対向電極12と画素電極14との間で発生する。

【0014】この時、図2に示すように、対向電極12と画素電極14との距離1は、セルギャップdより大きい。ため、ほぼ基板表面に平行な形態の電界がEFが形成される。これにより、液晶内の液晶分子(図示せず)は、その誘電率異方性特性により、その光軸が電界EFと平行に捻れる。したがって、使用者は、いずれの方向からも液晶分子の長軸を見るようになり、液晶表示装置の視野角が改善される。

【0015】しかし、上述したようなIPS-LCDは次のような問題点が存在する。まず、IPSモードの液晶表示装置は、図1及び図2に示すように、光が透過する面、即ち下部基板10上にアルミニウムなどのような不透明金属からなる対向電極12と画素電極14が配置される。これにより、液晶表示装置の開口面積が減少し、透過率が低下する。またこの結果から適正な輝度を得るためには、強いバックライトを使用する必要があり、このために、消費電力が大きくなるという問題点が生じる。

【0016】このような問題点を解決するため、対向電極12と画素電極14を透明物質で形成する方法が提案されている。しかしこの方法は、開口率面では少し増大するが、透過率面ではそんなに優れない。即ち、インプレーン電界(in-plane field)を形成するためには、対向電極12と画素電極14間の距離1をセルギャップdに比べ相対的に大きく設定すべきであり、適正な強さの電界を得るためには、電極12、14が比較的広い幅、例えば10乃至20 μm ほどの幅を有するべきである。しかし、このような構造を有するため、電極12、14間には、基板とほぼ平行な電界が形成されるが、広い幅を有する電極12、14上部の大部分の領域にある液晶には電界の影響が及ばなくて、等電位面が生じるようになる。これにより、電極上部の液晶分子が初期の配列状態を維持するので、透過率は殆ど改善されない。

【0017】図3は、図1と図2の構造を有する従来の液晶表示装置で、電界が形成された後、時間の経過による透過率の変化をシミュレーションした結果を示す図である。ここで、上部のグラフは透過率の変化を示し、下部のグラフは対向電極及び画素電極間から発生した等電磁力線の分布を示す。また、図3で参照番号25は液晶分子を表す。液晶表示装置は対向電極と画素電極が不透明金属であり、対向電極と画素電極との距離が約20 μm 、画素電極と対向電極の幅がそれぞれ約10 μm 、セルギャップが約4.5 μm 、第1配向膜のラビング軸と電界とがなす角が約22°である。また画素電極に印加

された電圧は8Vであった。

【0018】図3から知れるように、電圧を印加し100msの時間が経った後には約23%の透過率を示し、電圧を印加し100msの時間が経つ以前には約20%以下の透過率を示す。また、上記のシミュレーション結果によれば、図3に示すように、電界が形成される時、対向電極12と画素電極14が不透明な物質で形成されていて、光が透過できない。

【0019】一方、対向電極12と画素電極14を上記の幅を有する透明な物質で形成しても、図3のシミュレーション結果とほぼ同一に対向電極12、画素14の上部には、電界の強さが微弱で等電位線の密度が小さく現れる。したがって、両電極の上部に存在する液晶分子は殆ど動くことができず、両電極の上部の透過率はほぼ“0”に近くなる。このような結果は、両電極12、14を上記した幅を有する透明電極に作る場合も不透明電極に作る場合とほぼ同一な透過率を示すようになることが知れる。

【0020】また、上述した液晶表示装置の製造方法的な面では、対向電極12がゲートバスライン11と同時に形成され、画素電極14がデータバスライン15と同時に形成されるため、対向電極12と画素電極14は下部基板10表面またはゲート絶縁膜13表面に対し3000Å以上の高さを有する。このような対向電極12と画素電極14の高さによって、液晶表示装置の下部基板10表面は甚だしい段差を有するようになり、別の平坦化工程が要求される。このような平坦化工程が行なわれないと、以後に行われる配向膜のラビング工程を進めるのに難しさがある。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、液晶表示装置の開口率を改善するとともにその透過率を増大させることにある。また、本発明の目的は、液晶表示装置の電極面を通じて光が透過するようにして透過率を更に増大させることにある。また、本発明の他の目的は、別の平坦化工程なく、下部基板の構造物の段差を減らすことにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の課題を解決するため、本発明による液晶表示装置は、互いに第1距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第1基板及び第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、前記第1基板の内側面上に形成され第1幅を有する第1電極と、前記第1基板の内側面上に第2幅を有し形成され、第1電極と第2距離において隔たり、前記第1電極と共に電界を形成し液晶を動かす第2電極とを含み、前記第1電極と前記第2電極は透明伝導体からなり、前記両基板間の第1距離は前記両電極間の第2距離より大きいことを特徴とする。

【0023】また本発明による液晶表示装置は、互いに第1距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第1基板及び第2基板と、前記第1基板と第2基板との各内側面等の間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、前記第1基板の内側面上に形成され、前記第2方向と平行に分岐された多数のストリップを含み、それぞれのストリップは第1幅を有するとともに第2距離だけ隣接したストリップから隔たる第1電極と、前記第1基板の内側面上に形成され、前記第2電極は前記ストリップの間にそれぞれ配置され、第2幅を有するとともに第3距離だけ隔たる多数のストリップを含み、第1電極のストリップと第4距離だけ隔たる第2電極と、前記第1電極と前記第2電極を絶縁させる絶縁膜とを含み、前記第1電極と前記第2電極はそれぞれ透明伝導体であり、前記第1距離は前記第4距離より大きく、前記第2幅は前記第1距離より小さく、前記第1幅は前記第2距離より小さく、前記第1幅及び前記第2幅は、第1電極のストリップ及び第2電極のストリップのそれぞれの上部に存在する液晶分子が全て隣接したストリップ及びストリップ間の電界により実質的に動けるだけの幅であることを特徴とする。

【0024】また、本発明による液晶表示装置は、互いに第1距離において対向配置され、それぞれが内側面と外側面を有する透明な第1基板及び第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に配列され、多数の液晶分子を含む液晶層と、前記第1基板の内側面上に形成され、四角板状を有する第1電極と、前記第1基板の内側面上に形成され、第2方向と平行に分岐された多数のストリップを含み、全て第1電極とオーバーラップするように配置され、前記ストリップのそれぞれは一定の幅を有しこれら間に一定の第3距離を有するように配列され、ストリップ間の部分に第1電極が露呈されるように形成された前記第2電極と、前記第1電極と第2電極を絶縁させる絶縁膜とを含み、前記第1電極と前記第2電極はそれぞれ透明伝導体であり、前記両基板間の第1距離は前記絶縁膜の厚みより大きく、前記露呈された第1電極の幅と第2電極のストリップの幅は、第1電極及び第2電極のストリップのそれぞれの上部に存在する液晶分子が全て前記互いに隣接した第1電極及び第2電極のストリップ間の電界により実質的に動けるだけの幅であることを特徴とする。

【0025】本発明による液晶表示装置の製造方法は、透明な第1基板を準備する工程と、前記第1基板上に第1透明伝導体を形成する工程と、前記第1透明伝導体上部に第1金属膜を形成し、前記第1金属膜の所定部分をパターニングし、ゲートバスラインと共通信号線を形成する工程と、前記第1透明伝導体をパターニングし第1電極を形成する工程と、前記ゲートバスライン、共通信号線、第1電極が形成された第1基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜の所定部分上にチャネル層を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2透明伝導体を形成し、前記第2透明伝導体を前記第1電極とオーバーラップするようにパターニングし、第2電極を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2金属膜を蒸着し、所定部分をパターニングし、データバスライン、ソース及びドレインを形成する工程と、前記第1基板の結果物上部に第1配向膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

【0026】また本発明による液晶表示装置の製造方法は、透明な第1基板を準備する工程と、前記第1基板上に第1透明伝導体を形成し、所定部分をパターニングして第1電極を形成する工程と、前記第1基板上に第1金属膜を蒸着し、所定部分をパターニングし、ゲートバスラインと共通信号線を形成する工程と、前記共通信号線は第1電極とコンタクトされるようにする工程と、前記第1電極及び、ゲートバスライン、共通信号線が形成された第1基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜の所定部分上にチャネル層を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2透明伝導体を形成し、前記第2透明伝導体を前記第1電極とオーバーラップするようにパターニングし、第2電極を形成する工程と、前記ゲート絶縁膜上部に第2金属膜を蒸着し、所定部分をパターニングし、データバスライン、ソース及びドレインを形成する工程と、前記第1基板の結果物上部に第1配向膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

【0027】本発明によれば、対向電極と画素電極を透明な物質で形成し、電極間の距離は多数のフリンジ電界が発生できるようにセルギャップより小さく形成し、駆動電極の幅は、その両側に発生するフリンジ電界で液晶分子が全て動けるだけ充分に狭く形成することにより、電極上部に存在する液晶分子を全て動かす。したがって、従来のIPSモードの液晶表示装置に比べ透過率が大きく改善される。また、ITO層は一般的な不透明金属膜より浅い深さに蒸着されるため、下部基板の構造物の段差を減らすことができる。

【0028】本発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して、本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。

【0029】本発明はIPSモードの液晶表示装置の透過率及び開口率を改善させるため、図4に示すように、内側面と外側面を有する第1基板、即ち、下部基板30の内側面上に電界の印加時に液晶分子を再配列させる第1電極32と第2電極34が絶縁膜33を挟んでそれぞれ配置される。第1電極32と第2電極34は透明伝導体からなる。第1基板30と対向する第2基板36も、即ち、上部基板の内側面と外側面を有し、第1基板30と第2基板36は、これらの内側面が向き合うように液

晶層35を挟んで配列される。ここで、第1基板30と第2基板36との間隔であるセルギャップをDに表す。本発明で、第1電極32と第2電極34を透明伝導体で形成することは、単位画素面積で開口される面積を大きくし、開口率及び透過率を増大させるためである。

【0030】下記で説明する特定の実施の形態において、第1電極32と第2電極34は、第1距離L1において互いに隔たったりオーバーラップすることもできる。第1電極32と第2電極34との第1距離L1は、第1基板30と第2基板36とのセルギャップDより小さい。第1電極32の幅P1と第2電極34の幅P2は従来の液晶表示装置での電極幅より狭い幅に形成される。

【0031】上記の三つの条件等は、単独かつ二つ以上の組み合わせにより本発明の実施の形態に適用することができる。例えば、第1電極32の幅P1と第2電極34の幅P2は互いに同一であったり、或いは異なることもできる。また、第1電極32と隣接した第1電極32のとの距離L2は、第2電極34の幅P2と同一であったり或いは異なることもでき、第2電極34と隣接した第2電極34のとの距離L3も第1電極32の幅P1と同一であったり或いは異なることもできる。これらの幅及び距離間の関係は、本発明の実施の形態等で詳細に説明する。

【0032】上記した側面等は次のような状況のため部分的に生ずる。第1電極32と第2電極34との距離L1をセルギャップDより小さくすれば、電界印加の間に、第1電極32と第2電極34との間には直線上の電気力線を有するインプレーン電界(in-plane field)よりは放物線状の電界(以下、放物線という)Eが形成される。この時、電極32、34のそれぞれは、両電極に電圧の印加時、両電極の間で形成された電界の等電位線が、両電極の上部にもぎっしりと形成され、両電極上部に存在する液晶分子を十分に動かすのに必要な幅を有するべきである。このような点からみれば、両電極の幅をできるだけ狭く形成することが望ましい。しかし、その幅をあまり狭くする場合、形成された電界は両電極上部の液晶を駆動させる十分な強さを有しない。したがって、両電極は所定範囲以上の幅を有するべきである。このような状況を考慮して電極の幅は決められる。

【0033】合わせて、電界が形成される時に液晶分子が傾いて光が漏洩されるように偏光子(図示せず)を上記した構造に更に加えることもできる。これにより、電極の上部を含む全開口領域で液晶分子が動くので、透過率が大きく改善される。ここで、参照符号Eは、第1電極32と第2電極34との間に電界が形成される時の電気力線を表す。

【0034】(第1の実施の形態)まず、図5、図6及び図7に示すように、多数のゲートバスライン41a、41bは、下部または第1基板40上に一定間隔を有

し、図面のx軸方向に延び、配列される。また、多数のデータバスライン47a、47bもやはり下部基板40上に一定間隔を有し、図面のy軸方向に延び、配列される。一對のゲートバスライン41a、41bと一對のデータバスライン47a、47bとにより液晶表示装置の単位画素が限られる。図には一對のゲートバスライン41a、41bと一對のデータバスライン47a、47bのみが示されている。ここで、単位画素の大きさは従来と同一である。そして、ゲートバスライン41a、41bとデータバスライン47a、47bとの間にはゲート絶縁膜44が介され、お互いを絶縁させる。

【0035】共通信号線42は、ゲートバスライン41a、41bと平行な方向、即ちx軸方向に延び、一對のゲートバスライン41a、41bの間に位置し、ゲートバスライン41aよりは前のゲートバスライン41b(previous gate busline)とものと近接な位置に配置される。ここで、ゲートバスライン41a、41b、共通信号線42及びデータバスライン47a、47bはRC遅延(RC delay)を減らすため、比較的伝導特性が優れたAl、Mo、Ti、W、Ta、Crから構成された群より選択されたいずれか一つの金属膜または二つ以上の合金膜で形成できる。本実施の形態では、MoW合金膜が使用される。

【0036】第1電極、即ち対向電極43は、下部基板40の単位画素領域にそれぞれ形成される。ここで、対向電極43はゲートバスライン41と同一面、即ち下部基板40表面に形成され、共通信号線42とはコンタクトされるように形成される。対向電極43は共通信号線42とコンタクトされ共通信号の印加を受ける。対向電極43は、透明伝導体、例えばITO(indium tin oxide)から形成され、ゲートバスライン41a、41bと平行で共通信号線42とコンタクトされるボディー43aと、ボディー43aから逆y軸方向に延びる多数の、例えば八つのストリップ43bとを含む。即ち、対向電極43はその一段が前記ボディー43aにより閉じており、その他段が開けているコム(comb)状に形成される。本実施の形態1で単位画素当たりストリップは八つである。ここで、それぞれのストリップ43bは一定の幅P11を有し、それぞれのストリップは一定の距離L11において隔たっている。それぞれのストリップ43bの幅P11は、以後に形成される画素電極の幅及びそれとの距離を考慮して、従来の対向電極に比べ多少狭く形成される。

【0037】第2電極、即ち画素電極46もやはり下部基板40の単位画素領域にそれぞれ形成される。この時、画素電極46は対向電極43と重なるように、ゲート絶縁膜44上部に形成される。画素電極46は対向電極43のように透明伝導体、例えばITOからなる。画素電極46は、対向電極43のボディー43aとオーバーラップするボディー46aと、ボディー46aから逆

y軸方向に延びてストリップ状を有する多数の、例えば単位画素当たり七つのストリップ46bとを含む。即ち、画素電極46はその一段が、前記ボディー43aにより閉じており、その他段が開けているコーム(comb)状に形成される。この時、ストリップ46bは一定の幅P12を有し、一定の距離L12を有し配列される。そして、ストリップ46bは対向電極のストリップ43bの間に位置する。図7に示したように、画素電極のストリップ46bは、対向電極のストリップ43bとの間にゲート絶縁膜44を介在し、互いに交代する構造で配列されている。

【0038】図6に示すように、対向電極43はそのストリップ43bの両先端がゲートバスライン41aと平行な、各々の対応するボディー43a、43cによって結束された構造を有する。画素電極46もそのストリップ46bの両先端がゲートバスライン41aと平行な、各々の対応するボディー46a、46cによってまとめられるように変形できる。また、図には示していないが、選択的に対向電極43のストリップ43bの先端のみがまとめられることができ、画素電極46のストリップ46bの先端のみがまとめられるように変形できる。また、画素電極46のストリップ46bはボディー46cのみによってまとめられ、ボディー46aが除去される形態にも変形できる。

【0039】本実施の形態では、画素電極46のストリップ46bの幅P12は対向電極43のストリップ43b間の距離L11より狭く形成される。したがって、画素電極46のストリップ46bは、対向電極43のストリップ43bと所定距離L11だけ隔たる。それで、画素電極46のストリップ46bは、対向電極43のストリップ43b間の空間の中央部を応じて配置され、画素電極46のストリップ46bとそれに隣接した対向電極43のストリップ43bはL11である。その距離L11は図7のセルギャップd11より少ない。例えば、単位画素の大きさが $110\mu\text{m} \times 330\mu\text{m}$ である時、距離L11が $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $5\mu\text{m}$ 以下となるように形成される。対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bの幅は、これらの間に形成される放物線電界により電極43b、46b上部の液晶分子が全て動けるだけで形成されるべきである。例えば、単位画素の大きさが $110\mu\text{m} \times 330\mu\text{m}$ であり、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bがそれぞれ八つ、七つである時、これら43b、46bの幅は、1乃至 $8\mu\text{m}$ ほど、より望ましくは2乃至 $5\mu\text{m}$ ほどとなることができ。

【0040】一方、単位画素の大きさと、対向電極43のストリップ43b及び画素電極46のストリップ46bの数とにより、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bの幅及び距離は流動的でありうる。ところが、ストリップ43b、46bの幅

は、ストリップ43b、46b間の放物線電界によりストリップ43b、46b上部に存在する液晶分子が全て動けるだけの幅でなければならない。望ましくは、対向電極43のストリップ43bの幅P11に対する画素電極46のストリップ46bの幅P12の比は0.2乃至4程となる。

【0041】スイッチング素子の薄膜トランジスタ("TFT")50は、ゲートバスライン41aとデータバスライン47aとの交差点の上部または付近にそれぞれ形成される。薄膜トランジスタ50は、ゲートバスライン41a上部に形成されるチャネル層45と、チャネル層45の一侧とオーバーラップしデータバスライン47aから延びたドレイン電極48と、チャネル層45の他側とオーバーラップし画素電極46の所定部分とコンタクトされるソース電極49とを含む。

【0042】蓄積キャパシタCstは対向電極43と画素電極46とがオーバーラップする部分で発生する。この蓄積キャパシタCstは一つのフレームにデータ信号を維持させる役割をし、本実施の形態では、対向電極43のボディー43aと画素電極46のボディー46aとがオーバーラップする部分で発生する。上記した構造を有する下部基板40上には、所定距離(以下、セルギャップという)d11において上部基板52が配置される。上部基板52の下部基板40に対向する面にはカラーフィルタ54が形成される。

【0043】第1及び第2配向膜55、56は、下部基板40と上部基板52の内側表面にそれぞれ形成される。この時、配向膜55、56は、液晶分子(図示せず)を一定方向に配列させる表面を有する。また、第1及び第2配向膜55、56は液晶分子が0乃至 10° のプリティルト角を有するように処理されている。下部基板40に形成される第1配向膜55はx軸方向と ϕ だけの角度差を有するようにラビングされ、上部基板52に形成される第2配向膜56は第1配向膜55のラビング方向と 180° の角度差を有するようにラビングされる。

【0044】さらに、図7を参照すれば、これら配向膜55、56の間には液晶57が介される。この時、液晶57はネマチック液晶で、ツイストができる構造を有する。そして、液晶57の屈折率異方性 Δn はセルギャップd11との積が0.2ないし $0.6\mu\text{m}$ となるように設定され、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ は第1配向膜55のラビング軸とx軸とがなす角によって決まる。誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ の決定は以下に詳細に説明する。

【0045】偏光子58は液晶57と光学的に関連し、下部基板40の外側面に位置する。検光子59は偏光子58と光学的に関連し、上部基板52の外側面に位置する。この時、偏光子58の偏光軸と検光子59の吸収軸とは、ほぼ 90° をなす。ここで、偏光子58、偏光軸58a、検光子59、吸収軸59a、第1及び第2配向

膜55、56のラビング軸55a、56aの関係に対し、図8及び図9を参照して説明する。

【0046】図8を参照して、偏光子58の偏光軸58aとx軸（電界方向）とは、 ϕ° だけの角度差、即ちストリップ43b、46bとは、 $90 \sim \phi^\circ$ だけの角度差を有する。検光子59の吸収軸59aは、偏光子58の偏光軸58aとほぼ 90° をなす。第1配向膜55は、ラビング軸55aが偏光子58の偏光軸58aとほぼ 0° をなすようにラビングされる。第2配向膜56は、ラビング軸56aが第1配向膜55のラビング軸55aと 180° の角度をなすようにラビングされる。または、図9に示すように、偏光子58の偏光軸58aと第1配向膜55のラビング軸55bとがほぼ 90° をなすように設けることができる。即ち、偏光子58の偏光軸58aと検光子59の吸収軸59aとは図8とほぼ同一にし、第1配向膜55のラビング軸55bと偏光子58の偏光軸58aとがほぼ 90° をなすように設けることもできる。この時、第2配向膜56のラビング軸56bと第1配向膜55の配向軸とは 180° の角度差を有する。

【0047】液晶57は、電界と液晶分子の長軸が垂直に配列される誘電率異方性が陰である液晶を使用したり、又は電界と液晶分子の長軸とが平行するように配列される誘電率異方性が陽である液晶を使用することができる。この時、図8のような配列で、第1配向膜55のラビング軸55aとx軸とのなす角 ϕ が $0 \sim 45^\circ$ ならば、誘電率異方性が陰である液晶を使用し、 $45 \sim 90^\circ$ ならば誘電率異方性が陽である液晶を使用する。ここで、配向膜のラビング軸により誘電率異方性特性の異なる液晶を使用することは液晶表示装置の最大透過率を得るためである。

【0048】これをより詳細に説明すれば、一般的なIPSモードの透過率は次の式のように表れる。

$$T = T_0 \cdot \sin^2 \left((2\pi) \cdot \sin^2 \left(\frac{\pi \cdot \Delta n d}{\lambda} \right) \right) \dots \quad (式1)$$

T : 透過率

T_0 : 参照(reference)

光に対する透過率

α : 液晶分子の光軸と偏光子の偏光軸とがなす角

Δn : 屈折率異方性

d : 上、下基板間の距離またはギャップ（液晶層の厚み）

λ : 入射される光波長

【0049】式1によれば、液晶表示装置は、偏光子58の偏光軸58aと液晶分子57aの光軸とがなす角 α が $\pi/4$ （ 45° ）であり、 $\Delta n d / \lambda$ が $1/2$ である時に最大となる。これを満足させるためには、液晶分子の $\Delta n d$ が $\lambda/2$ で、電界が形成される時に液晶分子57aが電界方向に捻れる角度が 45° 以上でなければな

らない。

【0050】もしかして、配向膜55のラビング軸55aと電界（x軸方向）とがなす角 ϕ が、 45° 以下ならば、誘電率異方性が陽である液晶の使用時には液晶分子は 45° 以下にしか捻れないので、最大透過率に至ることができない。一方、誘電率異方性が陰である液晶を使用する時には、液晶分子は $90 \sim \phi^\circ$ （ ϕ は 45° 以下の角）だけ捻れるので、最大透過率に至るようになる。また、配向膜55のラビング軸55aと電界（x軸方向）とがなす角 ϕ が 45° 以上ならば、誘電率異方性が陽である液晶の使用時に液晶分子は 45° 以上の角だけ捻れるようになる。これにより、電界と平行に捻れる動き中に 45° 区間を通るので、最大透過率に至る。ところが、誘電率異方性が陰である液晶を使用する時には液晶分子は $90 \sim \phi^\circ$ （ ϕ は 45° 以上の角）だけ捻れるので、最大透過率を得られなくなる。

【0051】例えば、第1配向膜55のラビング軸とx軸とがなす角 ϕ が 30° で、誘電率異方性が陽である液晶を使用すれば、電界が形成される時に電界と液晶分子の長軸が平行に配列されるために 30° だけ捻れるはずである。この時、光は漏洩されるが、偏光軸と液晶分子とがなす角が 30° にしかならず、最大透過率に至ることができない。反対に、誘電率異方性が陰である液晶を使用すれば、電界と液晶分子の長軸が垂直に配列されるために 60° だけ捻れるようになる。この時、 60° だけ捻れる動き中に 45° 区間を通るので、液晶表示装置は最大透過率に至るのである。

【0052】以下、上記した液晶表示装置の製造方法を説明する。図10を参照して、透明金属膜（図示せず）のITO層は、下部基板上に 400 乃至 1000 \AA の厚みに下部基板40上部に形成される。次に、金属膜、例えばMoW膜が 2500 乃至 3500 \AA の厚みにITO層上部に形成される。次いで、フォトリソグラフィ方式によって、金属膜の所定部分がパターンニングされ、ゲートバスライン41a、41b及び共通信号線42が形成される。その後、露呈されたITO層は所定形態、即ち所定のストリップを有するコーン状にパターンニングされ対向電極43が形成される。ここで、対向電極43は、上述したように、対向電極43のストリップ43bは一定の幅P11を有し、一定の間隔L11だけ隔たるように形成される。また、対向電極43は共通信号線42とコンタクトされるように形成される。ここで、下部基板40は透明なガラス基板であって、その表面にアルカリイオンなどの浸透を防止するためにバフア用保護膜が蒸着されていることができる。

【0053】また、図面には示されていないが、金属膜が下部基板40の表面に形成された後、所定部分パターンニングされゲートバスライン41a、41b及び共通信号線43が下部基板40の表面に形成される。続いて、透明金属膜が蒸着され、共通信号線42とコンタクトさ

21

れるようにパターンニングされカウンタ電極43が形成される。

【0054】図面には示されていないが、前記カウンタ電極43、ゲートバスライン41a、41b及び共通信号線42を形成するための様々な方法が用いられる。たとえば、第1基板41上にITO膜を形成しパターンニングするカウンタ電極43を先ず形成し、その後、カウンタ電極41を含む結果的な構造上にMoW膜を蒸着しパターンニングしてゲートバスライン41a、41b及び共通信号線42を形成する。

【0055】また、他の例によれば、第1基板40上にMoW膜を蒸着しパターンニングしてゲートバスライン41a、41bと共通信号線42を先ず形成し、その後、ゲートバスライン41a、41bと共通信号線42を含む結果的な構造上にITO膜を蒸着しパターンニングしてカウンタ電極43を形成する。

【0056】図11を参照すれば、ゲート絶縁膜（図示せず）が下部基板40の結果物上部に蒸着される。ゲート絶縁膜はシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜との積層膜及び金属酸化膜などが用いられる。

【0057】次に、単結晶シリコン膜、非晶質シリコン膜またはポリシリコン膜中のいずれか一つの膜が蒸着された後、所定部分がパターンニングされ、チャネル層45が形成される。次いで、ITO層が、例えば400乃至1000Åの厚みに形成された後、フォトリソグラフィ工程により対向電極43とオーバーラップするようにパターンニングされ、画素電極46が形成される。

【0058】図12に示すように、不透明金属膜、例えばAl、Mo、Ti、W、Ta、Cr及びこれらの組合せから構成された群より選択されたいずれか一つの金属膜が約400乃至4500Åの厚みに形成される。次いで、金属膜がフォトリソグラフィ工程により所定部分がパターンニングされ、データバスライン47a、47b、ドレイン48及びソース49が形成される。したがって、薄膜トランジスタ50が完成される。ここで、対向電極43と画素電極46は従来より浅い厚みに形成されるため、下部基板40に甚だしい段差が発生しない。したがって、別の平坦化工程を行わなくてもよい。

【0059】そして図面には示していないが、第1配向膜、即ちプリティルト角が10°以下を有する水平配向膜が下部基板40の結果物上部にコーティングされる。また、カラーフィルタの形成された第2基板、即ち上部基板（図示せず）が準備され、プリティルト角が10°以下である第2配向膜が形成される。第1及び第2配向膜はコーティングされた後、予定された方向にラビング処理される。次に、上部基板と下部基板40はそれぞれの配向膜が対向するよう、一定のギャップを有し合着される。次いで、上、下部基板の間に液晶が注入されて封入(seal)される。

22

【0060】このような液晶表示装置は次のとおりに動く。まず、ゲートバスライン41aが選択されなければ、画素電極46bには信号が印加されなく、対向電極43と画素電極46bとの間に電界が形成されない。これにより、偏光子58の底部から入射される光は、偏光子58、検光子59及び液晶分子の配置によって光が遮断される。

【0061】図8と図13を参照すれば、偏光子58の偏光軸58aと検光子59の吸収軸59aが互いに直交し、偏光子58の偏光軸58aと第1配向膜55のラビング軸55aが互いに平行し、第2配向膜56のラビング軸56aが第1配向膜55のラビング軸55aと約180°の角をなすと、電界の印加前に、前記液晶分子等57aは第1配向膜55と、第2配向膜56のラビング軸55a、55bに平行に配列される。前記偏光子58を通過した入射光は線偏光される。線偏光された光は、液晶分子層を通過する間に、それらの振動方向が液晶分子等の長軸と一致するため、それらの偏光状態は変化されない。よく知られているように、線偏光された光の振動方向が液晶分子等の光軸と一致すると、偏光状態は変化されない。それで、そのような結果は液晶分子等の長軸が液晶分子等の光軸と一致するというを示す。液晶層57を通過した光は検光子59に入射するが、偏光軸58aと垂直な吸収軸59aを有する検光子59を通過できなくなって、画面はダーク状態となる。

【0062】一方、図9と図14を参照すれば、偏光子58の偏光軸58aと検光子59の吸収軸59aが互いに直交し、偏光子58の偏光軸58aと第1配向膜55のラビング軸55aが互いに直交し、第2配向膜56のラビング軸56aが第1配向膜55のラビング軸55aと約180°の角をなすと、電界の印加前に、前記液晶分子等57aは第1配向膜55と、第2配向膜56のラビング軸55a、55bに平行に配列される。前記偏光子58を通過した入射光は線偏光される。線偏光された光は、液晶分子層を通過する間に、それらの振動方向が液晶分子等の短軸と一致するため、それらの偏光状態は変化されない。これは液晶分子等の短軸が液晶分子等の光軸と一致するというを示す。液晶層57を通過した光は検光子59へ入射するが、偏光軸58aと垂直な吸収軸59aを有する検光子59を通過できなくなつて、画面はダーク状態となる。

【0063】一方、図5または図6を参照すれば、ゲートバスライン41aに走査信号が印加され、データバスライン47aに表示信号が印加されれば、ゲートバスライン41aとデータバスライン47aとの交差点の付近に形成される薄膜トランジスタ50がターンオンされ、画素電極46に伝えられる。この時、対向電極43には表示信号と所定の電圧差を有する共通信号が続けて印加されている状態であるため、対向電極43と画素電極46との間に電界が形成される。ここで、実質的に電界が

形成される部分は、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの間である。

【0064】上記で説明したように、対向電極43のストリップ43b及び画素電極46のストリップ46b間の距離111が従来に比べ非常に狭いため、電界は少数の直線電界E1sと、従来より曲率の大きい多数の放物線電界E1fが発生する。ここで、少数の線形電界E1sは、段差を有するストリップ43bと隣接したストリップ46b間の上部表面の端領域でのみ発生され、多数の放物線電界E1fは、各ストリップ43b、46bの上部表面の殆どの領域で発生される。その放物線電界E1fは、ストリップ43b、46bのほぼ全領域で発生されるので、電界の印加の間に、ストリップ43b、46b上にある全ての液晶分子等、実質的に液晶層内にあるほぼ全ての液晶分子等が放物線電界の方向にそって配列される。

【0065】これをより詳細に説明すれば、図15に示すように、カウンタ電極43のストリップ43bの幅は、カウンタ電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46b間の距離が、カウンタ電極のストリップ43bとその右側にある画素電極のストリップ46b間で生成された電気力線e1中、最外角電気力線e1-nと放物線電界をなす程に十分に狭くて短いため、電極等のストリップの上部表面の中央部上にある液晶分子等までも電界の影響のため配向される。このような事実は、電極等のストリップ等の幅と、電極等の隣接したストリップ間の距離が広くて長い従来の液晶表示装置とは非常に異なる。

【0066】液晶分子57aは、偏光軸55aと0°よりは大きく、90°よりは小さい角度差を有する電界に対しその長軸が平行または垂直になるように捻れるため、光が透過するという事実は明らかになる。即ち、配向膜のラビング軸と電界とがなす角φを考慮して誘電率異方性が陽または陰と選択されたので、液晶表示装置は最大透過率を示す。

【0067】また上記のようにストリップ間の距離111をセルギャップd11より小さくすることで、従来より低いしきい電圧を得ることができる。一般にIPSモードの液晶表示装置のしきい電圧は次の式2で表れる。

$$V_{th} = \pi l / d (K_2 / \epsilon_0) \quad \Delta \epsilon)^{1/2} \quad \dots \dots (式2)$$

V_{th} : しきい電圧

l : 電極間の距離

d : セルギャップ

K₂ : 捻れ弾性係数

ε₀ : 誘電率

Δε : 誘電率異方性

前記式のように、l/dが本実施の形態によれば相対的に減少するため、より低いしきい電圧V_{th}を得ようになる。したがって、低電圧の駆動が可能になる。

【0068】図16は、対向電極43のストリップ43bの幅P11と画素電極46のストリップ46bの幅P12をそれぞれ3μm、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの距離111を1μm、セルギャップd11を3.9μm、プリティルト角を2°、第1配向膜55のラビング軸55aと電界(x軸)とがなす角を12°、液晶57の誘電率異方性Δεを-4、液晶57の屈折率異方性Δnとセルギャップdとをかけた値を0.29、光波長λを546nm、駆動電圧を6Vとしてシミュレーションした結果図面である。

【0069】ここで、参照番号57aは液晶内の液晶分子を表す。図面のように、ストリップ43bと46bとの間及びこれら上部で液晶分子が全て捻れるため、全領域で均等な透過率を示す。画素電極46bに電圧を印加し31.17ms後に飽和し、約40.31%という高い透過率を示す。これにより、従来のような時間帯と比較し非常に高い透過率を示し、応答速度も大きく改善される。更に、従来より低い駆動電圧を印加しても、より高い透過率を得るので低電圧の駆動が可能である。

【0070】図18は、対向電極43のストリップ43bの幅P11と画素電極46のストリップ46bの幅P12をそれぞれ4μm、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの距離L11を1μm、セルギャップdを3.9μm、プリティルト角を2°、第1配向膜55のラビング軸55aと電界(x軸)とがなす角を12°、液晶57の誘電率異方性Δεを-4、液晶57の屈折率異方性Δnとセルギャップdとをかけた値を0.29、光波長λを546nm、駆動電圧を6Vとしてシミュレーションした結果図面である。

【0071】図18もやはり、電極43bと46bとの間及びこれら上部で液晶分子が全て捻れるため、全領域で均等な透過率を示す。画素電極46bに電圧を印加し31.08ms後に約37.10%の比較的高い透過率を示す。これにより、従来のような時間帯と比較し非常に高い透過率を示し、応答速度も大きく改善される。ここで、本実施の形態の応答速度が従来のIPSモードの液晶表示装置より大きく改善されることは、一つ、電極間に発生する電界の直線の長さが従来に比べ大きく短縮され電界の強さが大きくなるからである。二つは、電極間の距離が従来に比べ短くなるので、従来より曲率及び半径の大きい放物線状のフリッジ電界が形成され、上部基板側に位置する液晶分子を効果的に動かすからである。

【0072】上記の二つのシミュレーション結果は、全て従来のIPSモードの液晶表示装置よりは透過率及び応答速度が大きく向上した。とことが、前記二つのシミュレーション結果を比較してみる時、電極の幅が狭いほう(図17)が透過率及び応答速度面でもう少し有利な

ことが知れる。

【0073】図13は画素電極に印加される表示電圧による光の透過率を示すグラフであって、A1は対向電極43のストリップ43bの幅P11が $3\mu\text{m}$ 、画素電極46のストリップ46bの幅P12が $3\mu\text{m}$ 、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの距離を $1\mu\text{m}$ とした場合であり、A2は対向電極43のストリップ43bの幅P11が $4\mu\text{m}$ 、画素電極46のストリップ46bの幅P12が $3\mu\text{m}$ 、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの距離を $1\mu\text{m}$ とした場合であり、A3は対向電極43のストリップ43bの幅P11が $4\mu\text{m}$ 、画素電極46のストリップ46bの幅P12が $4\mu\text{m}$ 、対向電極43のストリップ43bと画素電極46のストリップ46bとの距離を $1\mu\text{m}$ とした場合であり、A4は従来のIPSモードの場合であって、画素電極と対向電極の幅を $20\mu\text{m}$ 、画素電極と対向電極との距離を $210\mu\text{m}$ とした場合である。

【0074】上記のA1、A2、A3は全てほぼ同一な電圧(約1.7V)で光が透過し始め、ほぼ似た電圧(約6V)で約4.5%の透過率を示し、飽和する。ところが、A4(従来のIPSモード)は同一電圧下で光の透過率が前記A1、A2、A3より小さく、飽和領域区間が非常に狭く、約4Vで2.2%の低い透過率を示し飽和する。

【0075】(第2の実施の形態)図19及び図22を参照し、ゲートバスライン61a、61b、データバスライン67a、67b及び共通信号線62は実施の形態1と同様に下部基板60上に配置される。ここで、ゲートバスライン61a、61b、共通信号線62、データバスライン67a、67bは実施の形態1のように、比較的伝導特性が優れたAl、Mo、Ti、W、Ta、Cr及びこれらの組合せから構成された群より選択されたいずれか一つの金属で形成される。本実施の形態ではMoW合金膜で形成される。

【0076】対向電極63は下部基板60の単位画素領域にそれぞれ形成される。ここで、対向電極63はゲートバスライン61と同一平面に形成され、共通信号線62とコンタクトされる。対向電極63は透明伝導体、例えばITOからなり、四角板状、より望ましくは単位画素が縮小された形状に形成される。ここで、対向電極63は、ゲートバスライン61a、61b及びデータバスライン47a、47bとそれぞれ所定距離だけ隔たるように配置される。

【0077】第2電極、即ち画素電極66もやはり下部基板60の単位画素領域にそれぞれ形成される。この時、画素電極66は対向電極63と重なるよう、ゲート絶縁膜64上部に形成される。画素電極66は対向電極63のように透明伝導体、例えばITOからなり、ゲートバスライン(x軸方向)61a、61bと平行に配置

されるボディー66aと、ボディー66aから逆y軸方向へ延びストリップ状を有する多数の、例えば七つのストリップ66bとを含む。この時、画素電極66のボディー66aとストリップ66bは全て対向電極63とオーバーラップするため、第1の実施の形態より蓄積キャパシタンスが更に増大する。

【0078】ストリップ66bは一定の幅P22を有し、一定の距離L22を有し配列される。そして、対向電極63が板状となっているので、画素電極66のストリップ66bの間で対向電極63が露呈される。従って、第1の実施の形態のように、第2の実施の形態でも画素電極66のストリップ66bとカウンタ電極63の露出された部分等が互いに交代されると見なすこともできる。この時、画素電極66のストリップ66bは、図20に示すように、その先端がx軸方向と平行な、また異なるボディー66cに連結されることができる。画素電極66のストリップ66bと対向電極63の露出された部分との間には、図19と図20に示したように、平面から見た場合には距離が存在しなく見え、図21に示したように、断面から見た場合にはゲート絶縁膜64の厚みだけの距離が存在する。

【0079】画素電極66のストリップ66b間の距離L22は、単位画素の大きさが $110\times 330\mu\text{m}$ である時、約1乃至 $8\mu\text{m}$ であり、この時、距離L22は単位画素の大きさ及びストリップ66bの数により多少変化がありうる。しかしながら、単位画素領域の面積に係わらず、画素電極66のストリップ66b間の距離L22に対する画素電極66のストリップ66bの幅の比は、約0.2乃至4.0の範囲内に設定されるべきである。そして、セルギャップd22に対する画素電極66のストリップ66b間の距離L22の比は、約0.1乃至5.0の範囲内に設定されるべきである。

【0080】ここで、図21を参照すれば、上記で説明された第1の実施の形態のように、同一の結果が第2の実施の形態でも得られる。画素電極66のストリップ66bのカウンタ電極63に各々信号電圧を印加することにより電気長が発生される。その電気長は、少数の直線電界E2sと、従来より曲率の大きい多数の放物線電界E2fとを含む。ここで、少数の線形電界E2sは、互いに高さの差を有する画素電極66のストリップ66bと前記ストリップ66bに隣接したカウンタ電極63の露出された部分等でのみ発生され、多数の放物線電界E2fは、ストリップ66bと、カウンタ電極63の露出された部分の上部表面等の殆どの領域で発生される。その結果、電界の印加の間に、画素電極66のストリップ66b上にあるほぼ全ての液晶分子等と、カウンタ電極63の露出された部分上にあるほぼ全ての液晶分子等、実質的に液晶層内にあるほぼ全ての液晶分子等が放物線電界の方向にそって配列される。その理由は、その幅P22が従来の液晶表示装置に比し十分に狭いためであ

る。これは、画素電極 66 のストリップ 66b の上部表面とカウンタ電極 63 の露出された部分等の中央部にまで放物線電界 E_{2f} が影響を与えた結果である。

【0081】図 19 と図 20 を参照すれば、薄膜トランジスタ 70 は、第 1 の実施の形態と同じ位置に形成され、ゲートバスライン 61a の上部に形成されるチャンネル層 65 と、チャンネル層 65 の一側とオーバーラップされデータバスライン 67a から伸張されたドレイン電極 68 と、チャンネル層 65 の他側とオーバーラップされ画素電極 66 の所定部分とコンタクトされるソース電極 69 とを含む。

【0082】第 2 の実施の形態において、蓄積キャパシタ C_{st} は、上記したように、画素電極 66 のボディー 66a とカウンタ電極 63 の第 1 重畳領域と、画素電極 66 のストリップ 66b とカウンタ電極 63 の第 2 重畳領域で形成される。従って、総キャパシタは第 1 実施の形態に比し増加することになる。

【0083】図 21 を参照すれば、前記した構造を有する下部基板 60 上には、所定距離 d_{22} をおいて上部基板 72 が配置される。下部基板 60 の内側面と対向する上部基板 72 の内側面上にはカラーフィルタ 56 が形成される。

【0084】第 1 及び第 2 配向膜 75、76 の配向状態、ラビング軸と x 軸がなす角等は、第 1 の実施の形態と同様である。また、偏光子 78 及び検光子 79 の配置状態も第 1 の実施の形態と同様である。

【0085】液晶 77 は、第 1 及び第 2 配向膜 75、76 間に介在される。この時、液晶 77 は、第 1 の実施の形態と同一にネマティック液晶を利用し、ツイスト可能な特性を持つ。また、前記で言及されたように、最大透過率条件を満たすように、ラビング軸と x 方向との角を考慮して誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ を選択する。液晶 97 内分子の屈折率異方性 Δn とセルギャップ d_{11} との積が $0.2\mu m$ 乃至 $0.6\mu m$ となるように設定する。

【0086】本発明の第 2 の実施の形態の製造方法は、第 1 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。このような第 2 の実施の形態にかかる液晶表示装置の動作を図 19、20 及び 21 を参照しながら説明する。まず、カウンタ電極 63 と画素電極 66 間に電界が形成されない場合、第 1 の実施の形態と同じ原理により入射される光が遮断される。

【0087】一方、カウンタ電極 63 及び画素電極 66 に所定の電圧が印加されると、カウンタ電極 63 と画素電極 66 のストリップ 66b 間には間隔が存在しないので、電界は少数の直線電界 E_{2s} と、従来より曲率が大きい多数の放物線電界 E_{2f} が発生される。ここで、放物線電界 E_{2f} は第 1 の実施の形態で説明されたように、電極等 63b、66b の上部に存在する液晶分子等が殆ど動作されるので、入射光は液晶層と検光子等を透過してホワイト状態となる。

【0088】図 22 は画素電極 66 のストリップ 66b の幅 P_{22} をそれぞれ $3\mu m$ 、画素電極 66 のストリップ 66b 間の距離 L_{22} を $5\mu m$ 、セルギャップ d を $3.9\mu m$ 、プリティルト角を 2° 、第 1 配向膜 75 のラビング軸と電界 (x 軸) とがなす角を 12° 、液晶 77 の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ を -4 、液晶 77 の屈折率異方性 Δn とセルギャップ d とをかけた値を 0.29 、光波長 λ を $546nm$ 、駆動電圧を $6.3V$ としてシミュレーションした結果図面である。図面のように、電極 63 と 66b との間及びこれら上部で液晶分子が全て捻れるため、全領域で均等な透過率を示す。画素電極 46b に電圧を印加し $40.03ms$ 後に飽和し、約 41.88% という高い透過率を示す。これにより、従来のような時間帯と比較して非常に高い透過率を示し、応答速度も大きく改善される。

【0089】図 23 は画素電極 66 のストリップ 66b の幅 P_{22} をそれぞれ $3\mu m$ 、画素電極 66 のストリップ 66b 間の幅を $3\mu m$ 、セルギャップ d を $3.9\mu m$ 、プリティルト角を 2° 、第 1 配向膜 75 のラビング軸と電界 (x 軸) とがなす角を 12° 、液晶 77 の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ を -4 、液晶 77 の屈折率異方性 Δn とセルギャップ d とをかけた値を 0.28 、光波長 λ を $546nm$ 、駆動電圧を $6V$ としてシミュレーションした結果図面である。図面のように、電極 63 と 66b との間及びこれら上部で液晶分子が全て捻れるため、全領域で均等な透過率を示す。画素電極 46b に電圧を印加し $41.15ms$ 後に飽和し、約 41.32% という高い透過率を示す。これにより、従来のような時間帯と比較して非常に高い透過率を示し、応答速度も大きく改善される。

【0090】(第 3 の実施の形態) 図 24 及び図 25 を参考すると、ゲートバスライン 81a、81b、データバスライン 87a、87b 及び共通信号線 82 は第 1 の実施の形態と同様に第 1 基板、即ち、下部基板 80 上の内側面に配置される。本実施の形態の液晶表示装置における単位画素領域等は、その各々が一對のゲートバスライン 81a、81b と一對のデータバスライン 87a、87b によって境界される領域と定義される。ここで、ゲートバスライン 81a、81b、共通信号線 82、データバスライン 87a、87b は、第 1 の実施の形態のように、比較的電伝特性が優れた Al、Mo、Ti、W、Ta、Cr 及びその組み合わせで構成されたグループのいずれか一つの金属膜または二つ以上の合金膜で形成される。本実施の形態では MoW 合金膜で形成される。

【0091】第 1 電極、即ち対向電極 83 は下部基板 80 の内側面上の単位画素空間にそれぞれ形成される。ここで、対向電極 83 はゲートバスライン 81 と同一表面、すなわち、下部基板 80 の表面上に形成され、共通信号線 82 とはコンタクトされるように形成される。対

向電極83は透明電伝物質、例えば、ITO(indium tin oxide)物質で形成される。対向電極83は、ゲートバスライン81a、81bの配列方向、すなわち、x方向と平行しながら共通信線82とコンタクトされるボディー部分83aと、ボディー部分83aから逆y軸方向に延長される多数のストリップ83bを含む。本第3の実施の形態で使われた多数のストリップ83bは8個である。より具体的には、対向電極83はストリップの一段等が前記ボディー部分83aにより閉められ他段等が開けているコーム構造を持つ。ここで、個々のストリップ83bは、一定の幅をP31を持ち、隣接したストリップとの間に一定の距離L31を持ちながら配列されている。個々のストリップ83bの幅は以後に形成される画素電極の幅及び画素電極間の距離を考慮して決定されるが、その上部に位置する液晶分子等を、電界の印加時、十分に動作させることができる程度にできるだけ従来の対向電極に比し狭い幅を持つように形成される。

【0092】第2電極、即ち画素電極86やはり下部基板80の内側面上の単位画素空間に各々形成される。この時、画素電極86は対向電極83と重なるように、ゲート絶縁膜84の上部に形成される。画素電極86は対向電極83のように透明電伝物質、たとえば、ITO物質に形成され、ゲートバスライン81a、81b:x方向と平行に配置されるボディー86aと、ボディー86aから逆y方向に延長されストリップ形態を持つ多数、たとえば、7個のストリップ86bを含む。この時、ストリップ86bは、対向電極83のストリップ83b間の空間に位置する。即ち、画素電極86のストリップ86bの幅P32は対向電極83のストリップ83b間の距離L31と同様であり、ストリップ86b間の距離L32は対向電極83のストリップの幅83bと同様であるので、ストリップ83bとストリップ86bとの間には間隔が存在しない。従って、第3の実施の形態と第2の実施の形態の単位画素構造は、各々図24と図19に示したように、平面図としては互いに同一に見える。

【0093】ここで、対向電極83のストリップ83bの幅P31と画素電極86のストリップ86bの幅P32は単位画素サイズが $110\mu\text{m} \times 330\mu\text{m}$ であり、ストリップとストリップの個数が8個、7個である場合、それぞれ $2\mu\text{m}$ 乃至 $8\mu\text{m}$ 程度となるように形成されることが望ましく、画素電極86のストリップ86b間の距離L32は $1\mu\text{m}$ 乃至 $8\mu\text{m}$ 程度に形成される。この時、幅P31、P32は単位画素サイズ、ストリップ83b及びストリップ86bの個数によって多少変化されることもある。この時、対向電極83のストリップ83bと画素電極86のストリップ86bの幅P31、P32はそれら両側端に発生される放物線フィールドがその中央まで影響を与えられるだけの幅を持つように設計されるべきである。

【0094】また、画素電極86のストリップ86bと

対向電極83のストリップ83b間には、平面で見た場合、まるで距離が存在しないように見え、断面状態で見えた場合、ゲート絶縁膜84厚さだけの距離が存在する。対向電極83のストリップ83bと画素電極86のストリップ86b等は、図30に示されたように、その終段がボディー83aとボディー86cにより各々括られていることもある。又、図面には示されないが、択一的に対向電極83のストリップ83bのみが括られていることもあり、又は画素電極86のストリップ86bのみが括られていることもある。また、画素電極46のストリップ46b等はボディー86cのみにより括られており、ボディー86aが除去される形態にも変形できる。

【0095】スイッチング素子である薄膜トランジスタ90は、第1の実施の形態と同じ位置に形成され、ゲートバスライン81aの上部に形成されるチャンネル層85と、チャンネル層85の一侧とオーバーラップされデータバスライン87aから伸張されたドレイン電極88と、チャンネル層85の他側とオーバーラップされ画素電極86の所定部分とコンタクトされるソース電極89を含む。蓄積キャパシタCstは、上記で言及したように、対向電極83のボディー部分83aと画素電極86のボディー86a間で発生される。

【0096】図26に示したように、前記した構造を持つ下部基板80上には、所定距離d33において上部基板92が配置される。上部基板92の下部基板80の対向面にはカラーフィルタ96が形成される。

【0097】第1及び第2配向膜95、96の配向状態、ラビング軸とx軸がなす角は第1の実施の形態と同様である。また、偏光子98及び検光子99の配置状態も第1の実施の形態と同様である液晶97は、第1及び第2配向膜95、96間に介在される。この時、液晶97は、第1の実施の形態と同一にネマティック液晶を利用し、ツイスト特性を持つ。また、前記で言及されたように、最大透過率条件を満たすように、ラビング軸とx方向との角を考慮して誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ を選択する。液晶97内分子の屈折率異方性 Δn はセルギャップd33との積が $0.2\mu\text{m}$ 乃至 $0.6\mu\text{m}$ となるように設定する。

【0098】本発明の第3の実施の形態の製造方法は、第1の実施の形態と同様である。このような第3の実施の形態にかかる液晶表示装置は、次のような動作を行う。まず、対向電極83と画素電極86間に電界が形成されない場合、第1の実施の形態と同じ原理により入射される光が遮断される。

【0099】一方、対向電極83及び画素電極86に所定の電圧が印加されると、対向電極83のストリップ83bと画素電極86のストリップ86b間に距離が存在しないので、電界は少数の直線電界 E_{3s} と、従来より曲率が大い多数の放物線の形態のフリンジ電界 E_{3f} が発生される。ここで、フリンジ電界 E_{3f} は、第1の

実施の形態で説明されたように、電極等83b、86bの上部に存在する液晶分子等が殆ど動作され光が透過される。

【0100】図27は、対向電極83のストリップ83bの幅P31と画素電極86のストリップ86bの幅P32を各々4 μ m、セルギャップdを3.9 μ m、プレティルト角を1 $^{\circ}$ 、第1配向膜95のラビング軸と電界x軸がなす角を15 $^{\circ}$ 、液晶97の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ を-3.4、液晶97の屈折率異方性 Δn とセルギャップd間の積を0.25、光の波長 λ を546nm、駆動電圧を6Vとしてシミュレーションした結果の図面である。

【0101】図面のように、ストリップ等83b、86b間およびそれら上部で液晶分子等が全部整列されるので、全領域にかけて均一な透過率を見せる。画素電極86bに電圧を印加して30.01ms後に約43%という高い透過率を見せる。これにより、従来のような時間帯と比較して非常に高い透過率を見せ、応答速度も大きく改善される。

【0102】図29は、第1の実施の形態-第3の実施の形態において、視野角による等コントラスト比曲線(iso-contrast curve)を示す図である。図面のように、4/4分面の縁部を除き、画面の全領域が良好な画質程度と言われるコントラスト比10以上に示される。したがって、従来のTNモードの視野角による等コントラスト比曲線(図30参照)を比較してみる時、コントラスト比が10以上である領域ははるかに広いことが知れる。

【0103】図31は、第1の実施の形態-第3の実施の形態において、視野角による明るさ(brightness)を示す図である。図面のように、画面の大部分の領域で10%以上の均一な明るさを示すため、従来のTNモードで発生するイクセシブホワイト(excessive white: 180 $^{\circ}$ 方位角から見る時光が極めて多量に透過する現象)及びイクセシブブラック(excessive black: 0 $^{\circ}$ 方位角から見る時光が極めて少量に透過する現象)が発生しない。

【0104】図32は画素電極に印加される表示電圧による透過度を示すグラフであって、a1は本実施の形態と同一の構造を有し液晶の屈折率異方性 Δn が0.1である場合、a2は本実施の形態と同一の構造を有し液晶の屈折率異方性 Δn が0.1である場合、a3は一般的なIPSモードの構造を有し液晶の屈折率異方性 Δn が0.08である場合である。図面のように、一般的なIPSモードの液晶表示装置より、本実施の形態による液晶表示装置の透過度ははるかに優れている。また、a1とa2を比較してみる場合には、液晶の屈折率異方性 Δn の大きい方が透過度面では有利である。しかし、屈折率異方性 Δn があまり大きい液晶を使用すれば、透過度面では有利だという長所はあるが、色つき(color shift)現象が発生できるという短所があって、これを適切に調節し使用するべきである。

【0105】また、本発明は上術した実施の形態にのみ限られない。例えば、画素電極の幅が対向電極間の距離より大きく形成され、画素電極とカウンタ電極の端部の一部とが互いに重なっても同じ効果を得ることができる。

【0106】なお、本発明の請求範囲は上述した内容に限らず、本発明の原理と精神に反しない範囲内において、前記の請求範囲はこの発明に内在している特許性ある新規な全てのことを含み、合わせて、この発明の属する技術分野で通常の知識を有した人により均等に処理されるあらゆる特徴を含む。

【0107】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果がある。

(1) 対向電極と画素電極が透明な物質から形成され、電極間の距離は多数のフリンジ電界が発生できるようにセルギャップより小さく形成し、駆動電極の幅はその両側に発生するフリンジ電界で液晶分子が全て動けるだけ十分に狭く形成することにより、電極上部に存在する液晶分子を全て動かす。したがって、従来のIPSモードの液晶表示装置に比べ透過率が大きく改善される。

【0108】(2) 対向電極と画素電極を透明な物質から形成することにより、開口率が改善される。

【0109】(3) 対向電極と画素電極との距離が微細なので、曲率の大きいフリンジ電界が発生し、上部基板側にある液晶分子を効果的に動かし、電極間の距離が短くて電界の強さが増大し、応答速度が大きく改善される。

【0110】(4) 電極間の距離がセルギャップより小さいため、従来のIPSモードの液晶表示装置(電極間の距離がセルギャップより大きい)よりしきい電圧を低くすることができる。したがって、低電圧の駆動が可能である。

【0111】(5) 従来のTNモードの液晶表示装置より広視野角を得ることができる。

【0112】また、製造方法面からみれば、対向電極と画素電極との段差を小さくすることができて、別の平坦化工程が必要なく、容易にラビング工程を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のIPSモードの液晶表示装置の単位画素を示す平面図である。

【図2】図1を202-202'線で切断して示す断面図である。

【図3】従来のIPSモードの液晶表示装置で電圧の印加時に液晶分子の配列状態をシミュレーションした結果を示す図である。

【図4】本発明の原理を説明するための液晶表示装置の断面図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態による液晶表示装置の単位画素とその周辺部を示す平面図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態による液晶表示装置

の単位画素の変形例を示す平面図である。

【図 7】図 5 を 206-206' 線で切断して示す断面図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態による配向膜、偏光子及び検光子の配置状態を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態による配向膜、偏光子及び検光子の配置状態を示す図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置の製造方法を説明するための各工程における平面図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置の製造方法を説明するための各工程における平面図である。

【図 12】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置の製造方法を説明するための各工程における平面図である。

【図 13】本発明の第 1 の実施の形態による配向膜、偏光子及び検光子の配置状態を示す図である。

【図 14】本発明の第 1 の実施の形態による配向膜、偏光子及び検光子の配置状態を示す図である。

【図 15】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置でストリップ間に発生された電気力線の分布を示す図である。

【図 16】本発明の第 1 の実施の形態による電圧の印加後に時間の経過による透過率の変化を示したシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図 17】本発明の第 1 の実施の形態による電圧の印加後に時間の経過による透過率の変化を示したシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図 18】本発明の第 1 の実施の形態による表示電圧と光透過度との関係を示すグラフである。

【図 19】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の単位画素とその周辺部を示す平面図である。

【図 20】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の単位画素の変形例を示す平面図である。

【図 21】図 19 を 215-215' 線で切断して示す断面図である。

【図 22】本発明の第 2 の実施の形態による電圧の印加時に液晶分子の配列状態をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図 23】本発明の第 2 の実施の形態による電圧の印加時に液晶分子の配列状態をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図 24】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置で画素電極とその周辺部を示す平面図である。

【図 25】本発明の第 3 実施の形態による液晶表示装置

で画素電極とその周辺部を示す平面図である。

【図 26】図 24 と図 25 の 219-219' 線に沿って切断して示す断面図である。

【図 27】本発明の第 3 の実施の形態による電圧印加時液晶分子の配列状態をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図 28】本発明の第 1 の実施の形態-第 3 の実施の形態による液晶表示装置の等コントラスト比曲線を示す図である。

10 【図 29】従来の TN モードの液晶表示装置の視野角依存度による等コントラスト比曲線を示す図である。

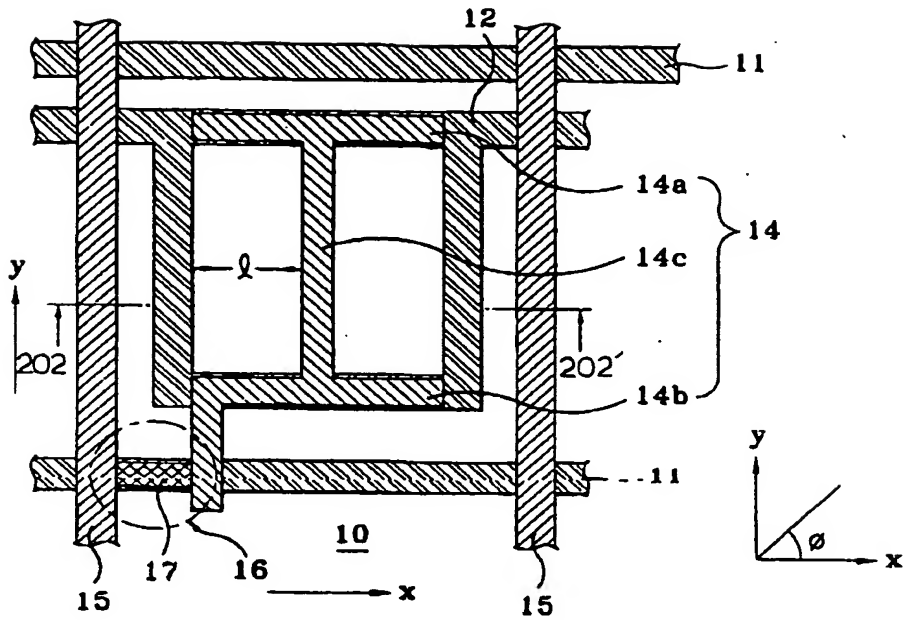
【図 30】本発明の第 1 の実施の形態-第 3 の実施の形態による液晶表示装置の視野角依存度による輝度を示す図である。

【図 31】本発明の第 1 の実施の形態-第 3 の実施の形態による $\Delta n d$ を変化させる時、駆動電圧による透過度の変化を示すグラフである。

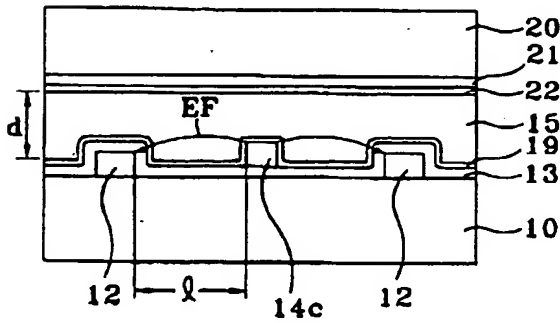
【符号の説明】

30, 40, 60, 80	第 1 基板 (下部基板)
43, 63, 83	第 1 電極 (カウンタ電極)
46, 66, 86	第 2 電極 (画素電極)
36, 52, 72, 92	第 2 基板 (上部基板)
41a, 41b, 61a, 61b, 81a, 81b	ゲートバスライン
42, 62, 82	共通信号線
44, 64, 84	ゲート絶縁膜
45, 65, 85	チャネル層
47a, 67a, 81a	データバスライン
48, 68, 88	ドレイン電極
49, 69, 89	ソース電極
50, 70, 90	薄膜トランジスタ
54, 74, 94	カラーフィルタ
55, 75, 95	第 1 配向膜
55a	第 1 配向膜のラビング軸
56, 76, 96	第 2 配向膜
56a	第 2 配向膜のラビング軸
57, 77, 97	液晶
58, 78	偏光子
58a	偏光軸
40 59, 79	検光子
59a	吸収軸
43a, 46a, 63a, 66a, 83a, 86a	ボディー
43b, 46b, 63b, 66b, 83b	ストリップ

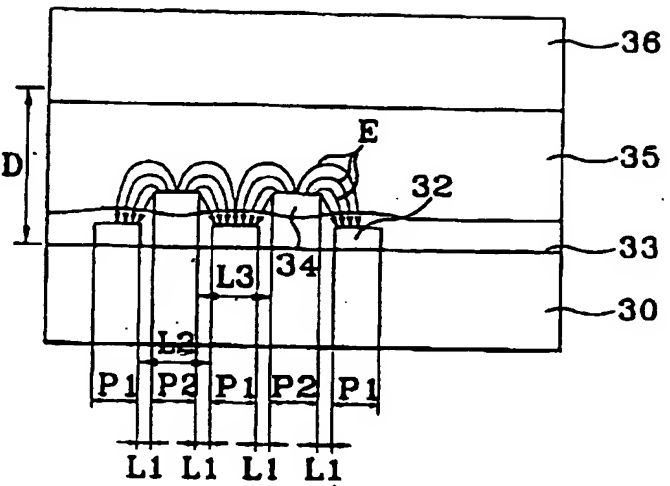
【図 1】



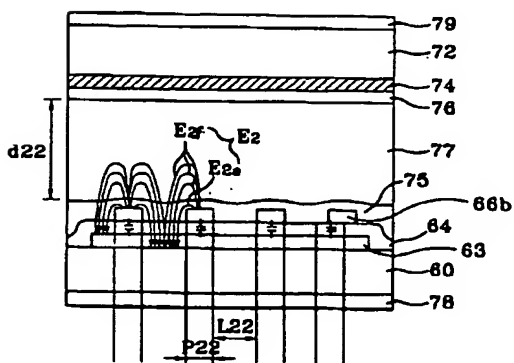
【図 2】



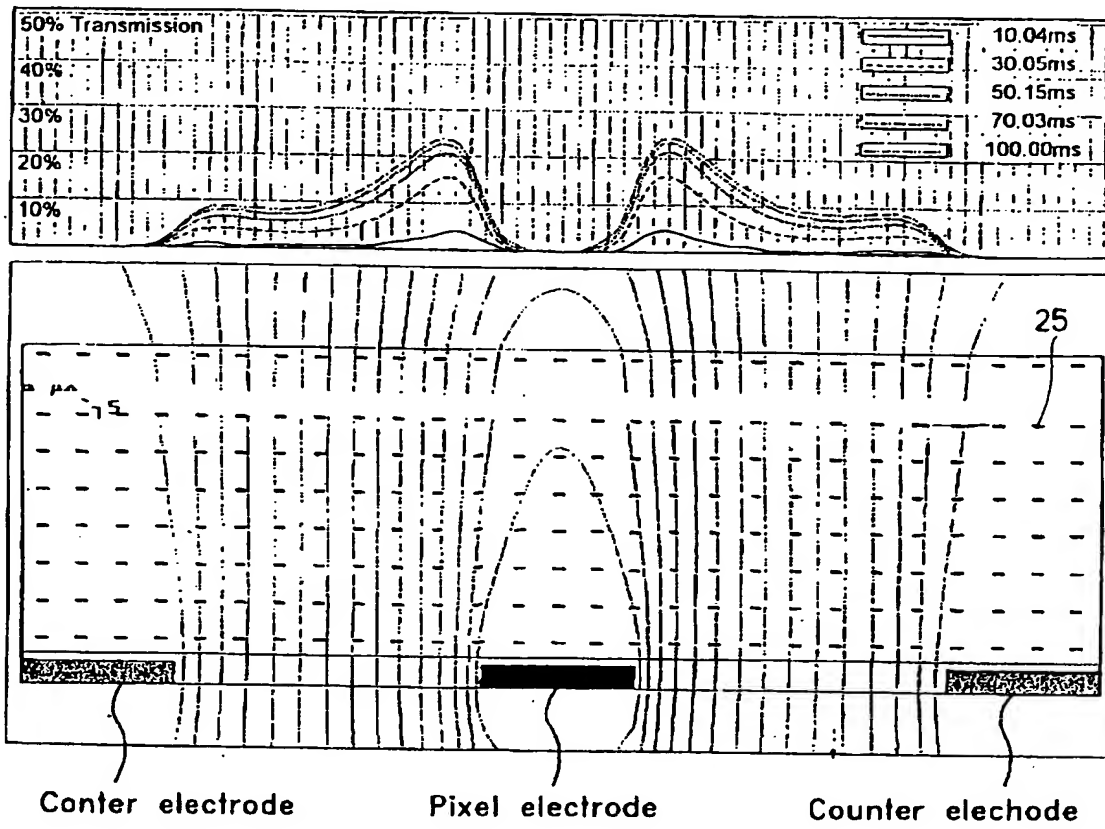
【図 4】



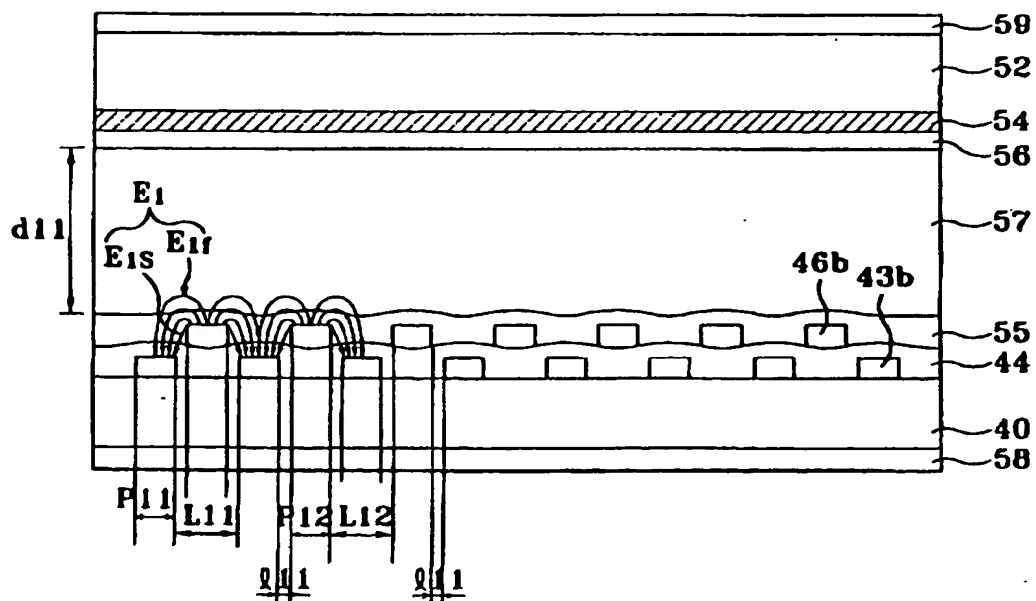
【図 2 1】



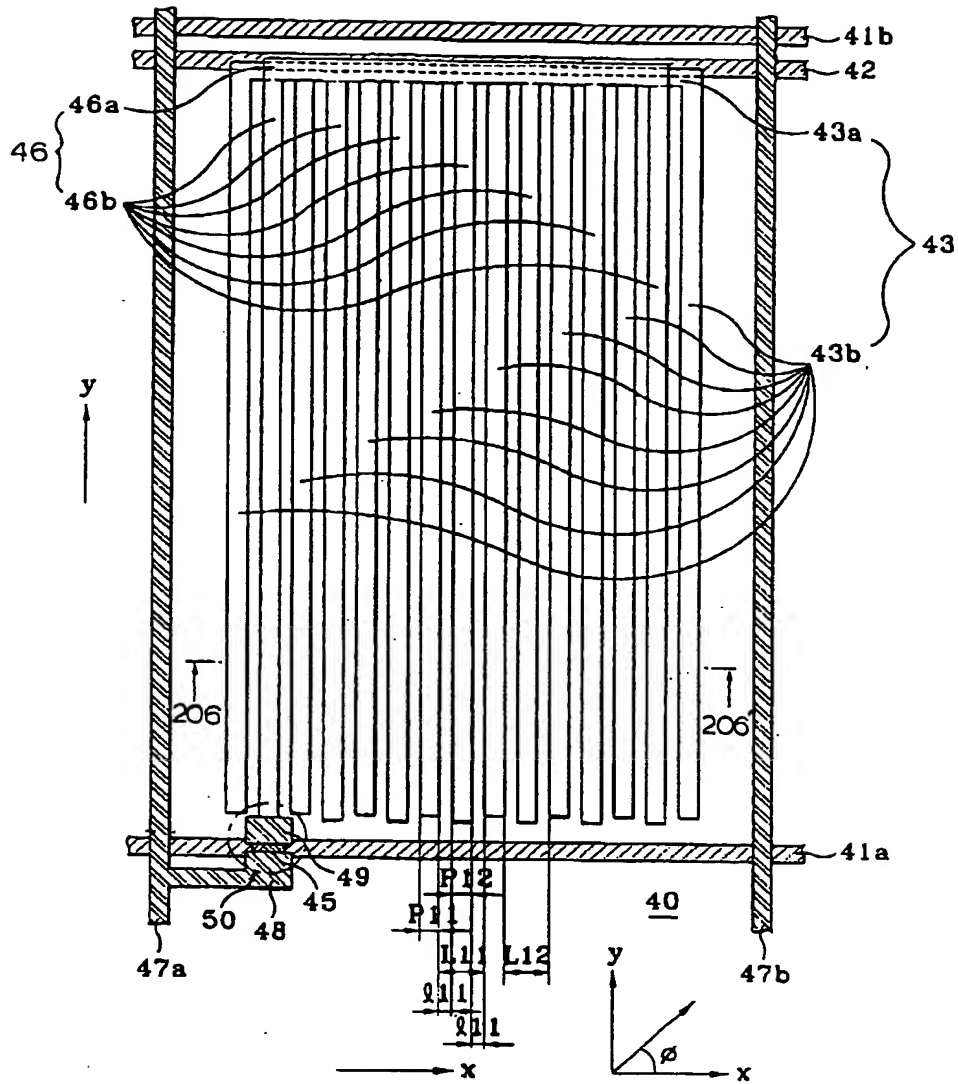
【図 3】



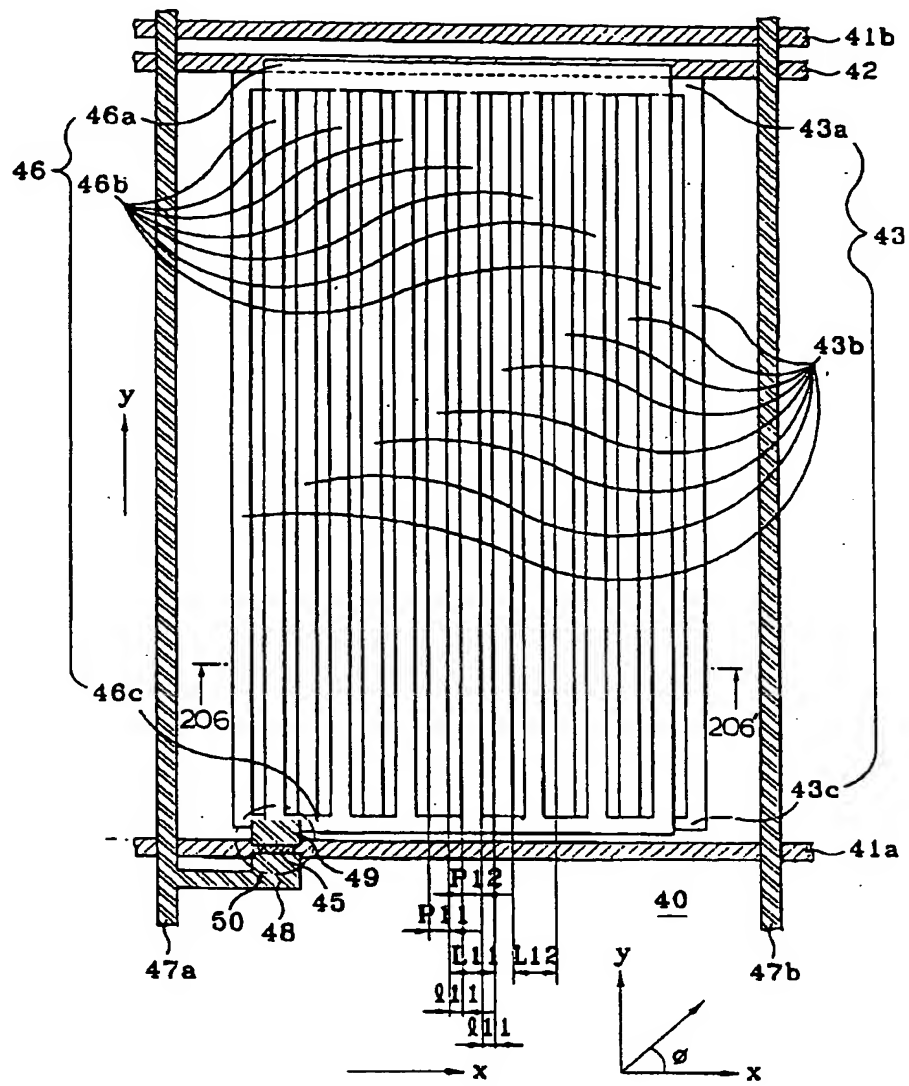
【図 7】



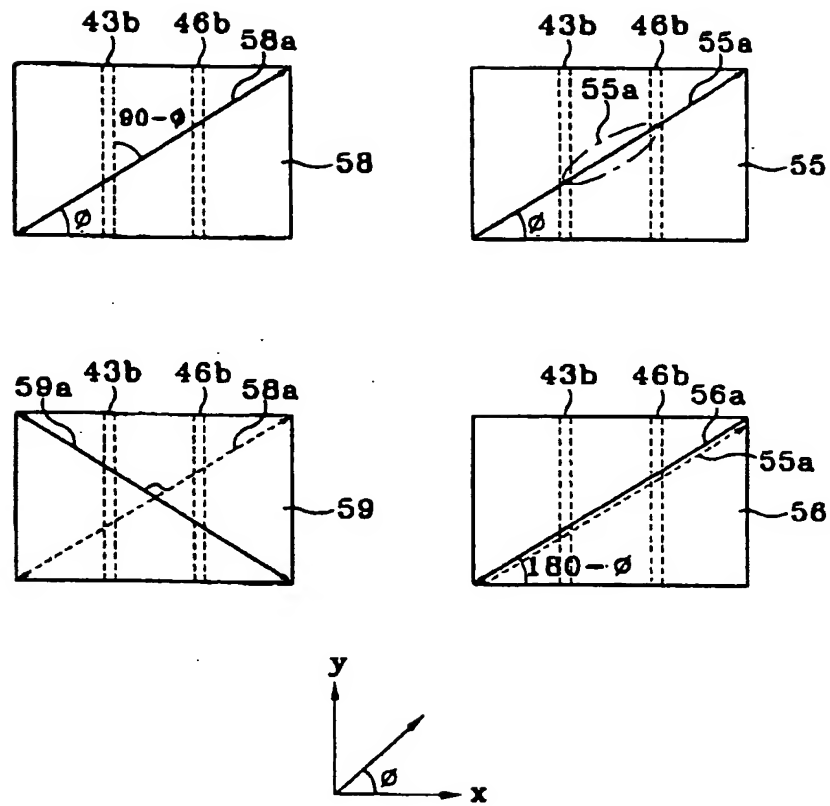
【図 5】



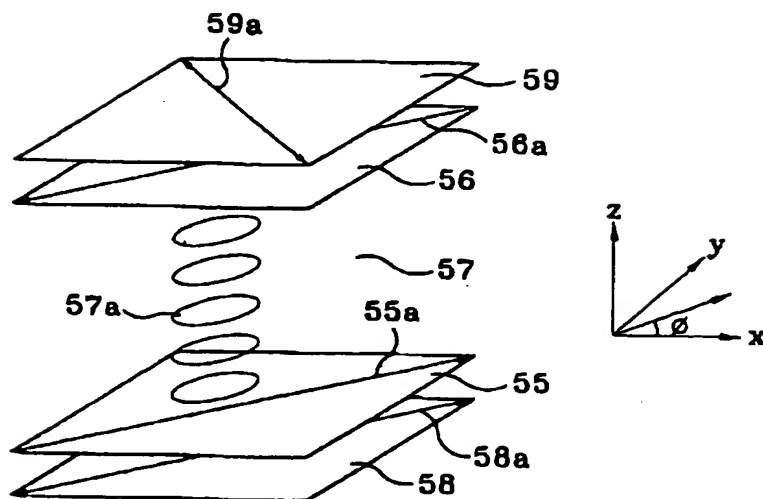
【図6】



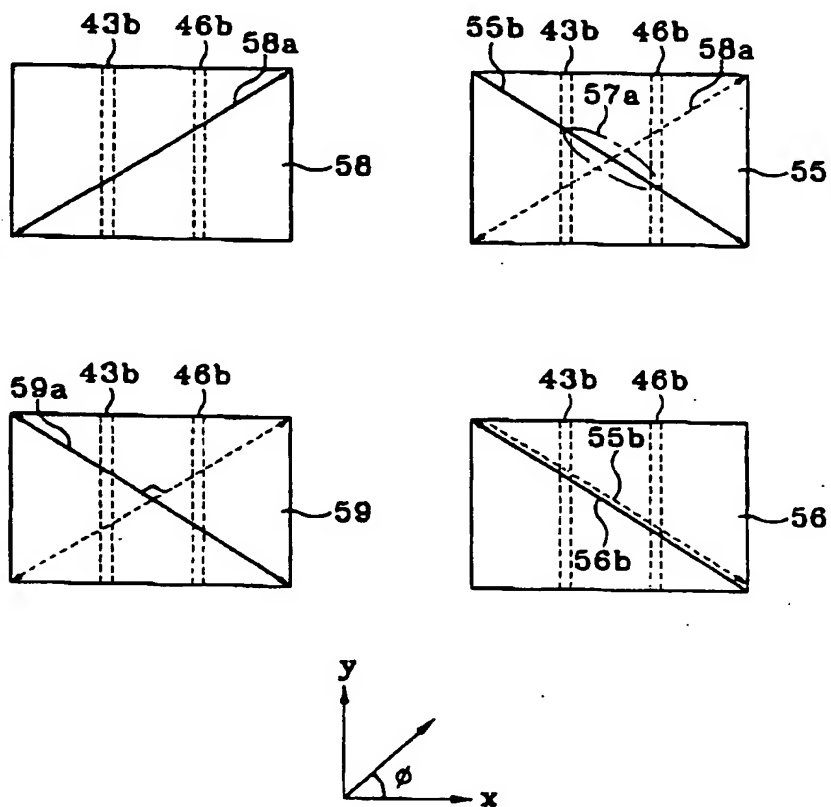
【図 8】



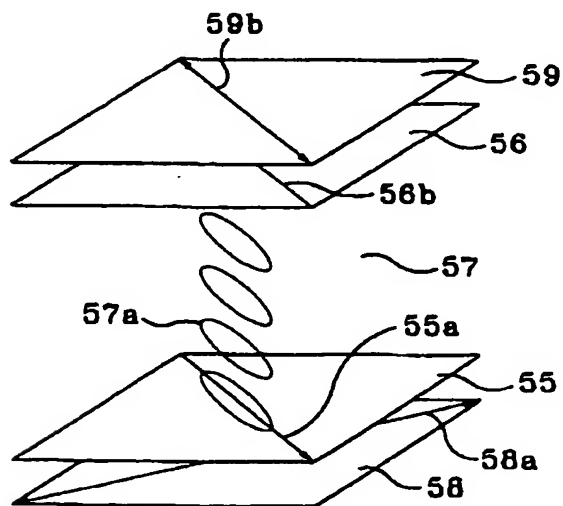
【図 13】



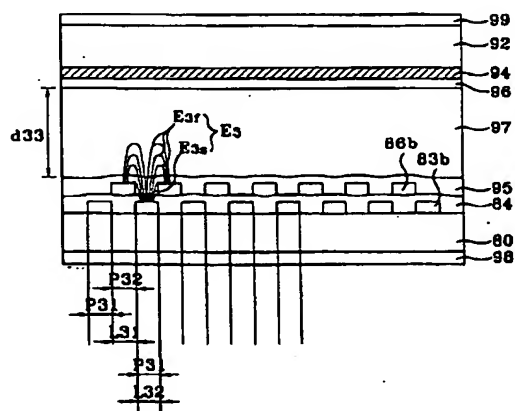
【図9】



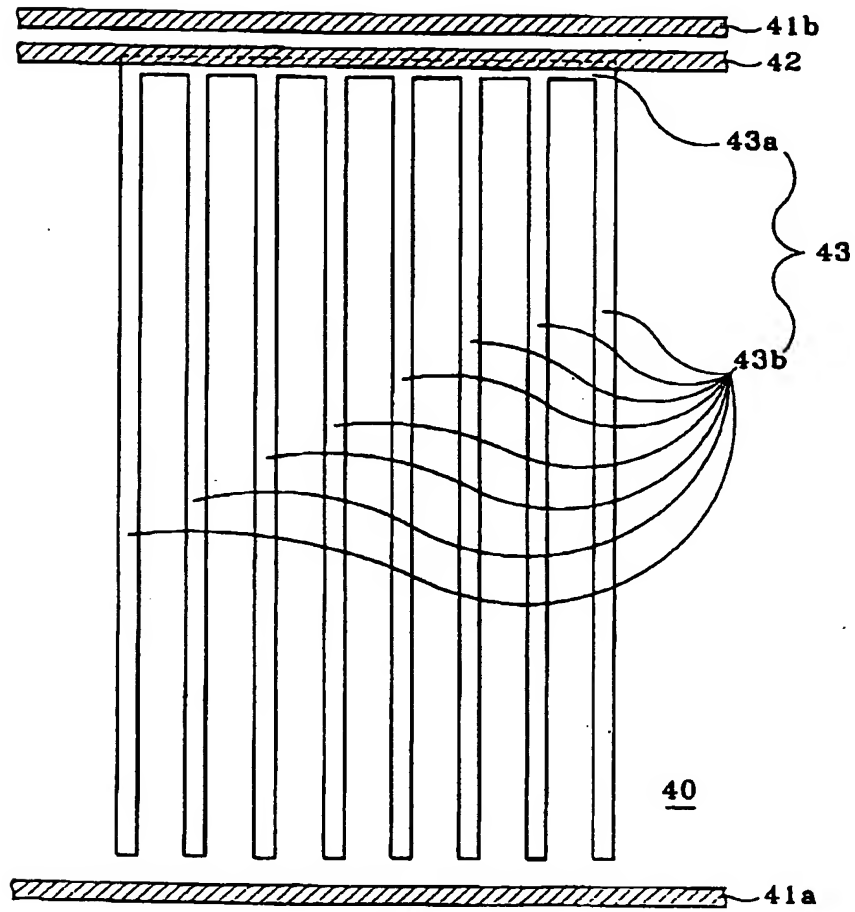
【図14】



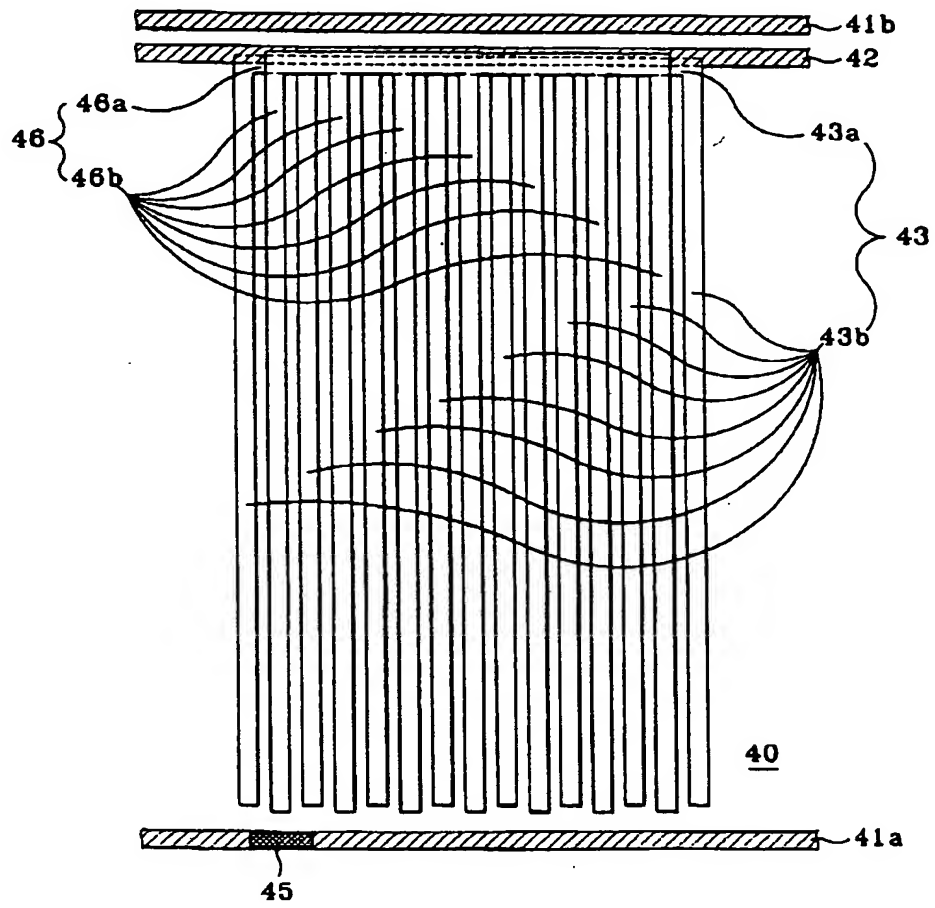
【図26】



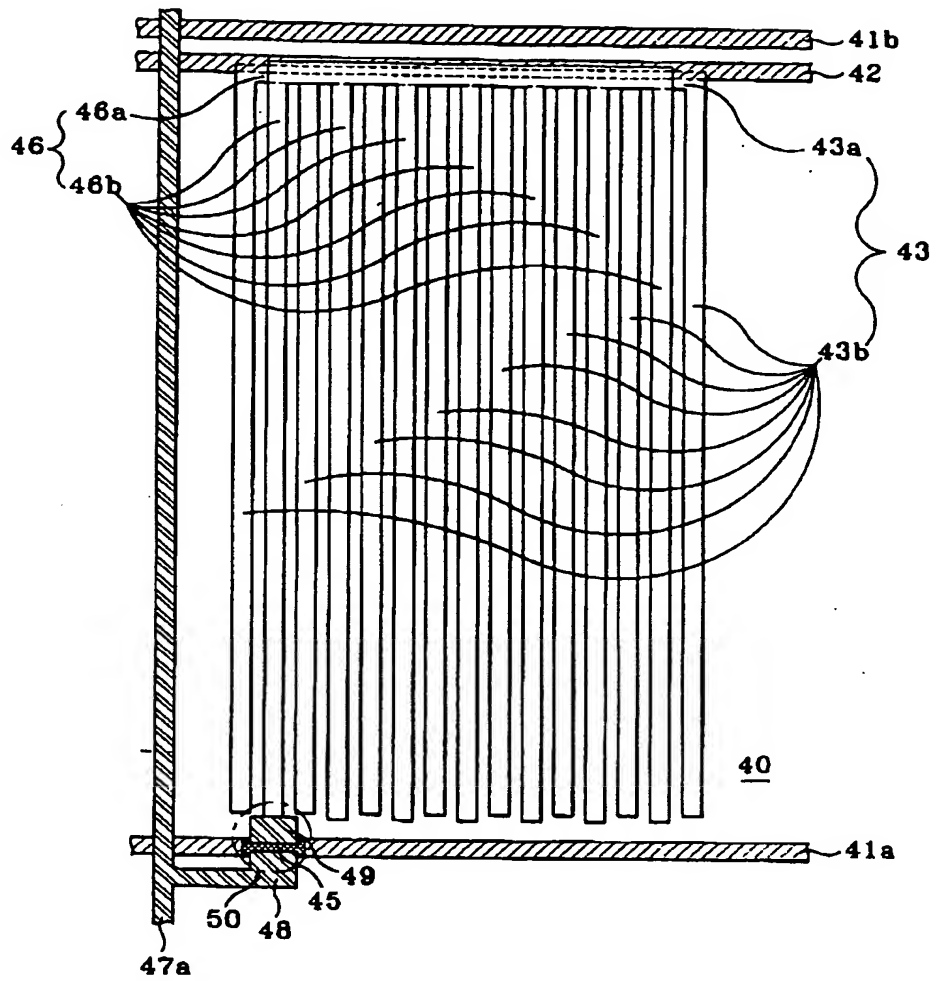
【図 1 0】



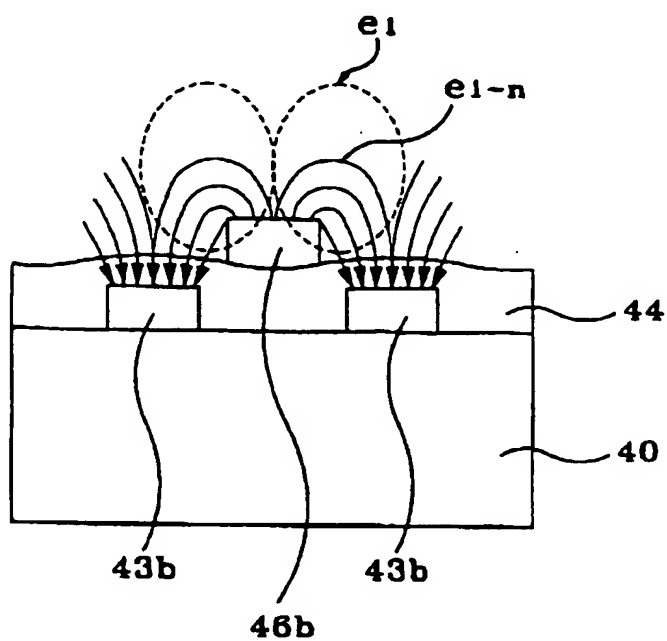
【図11】



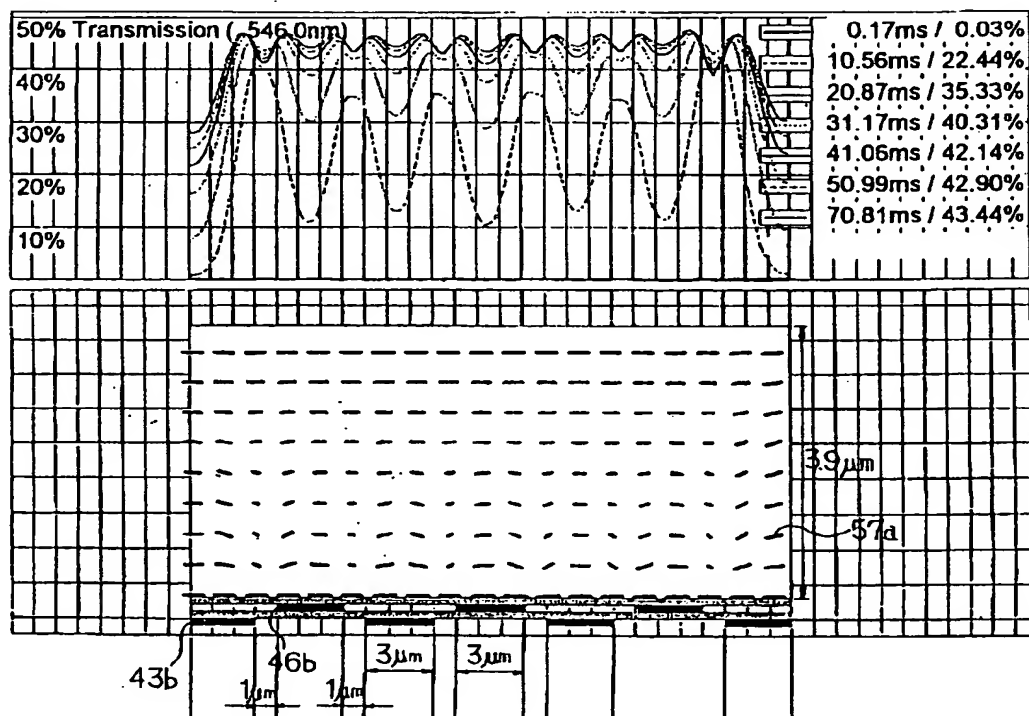
【図 1 2】



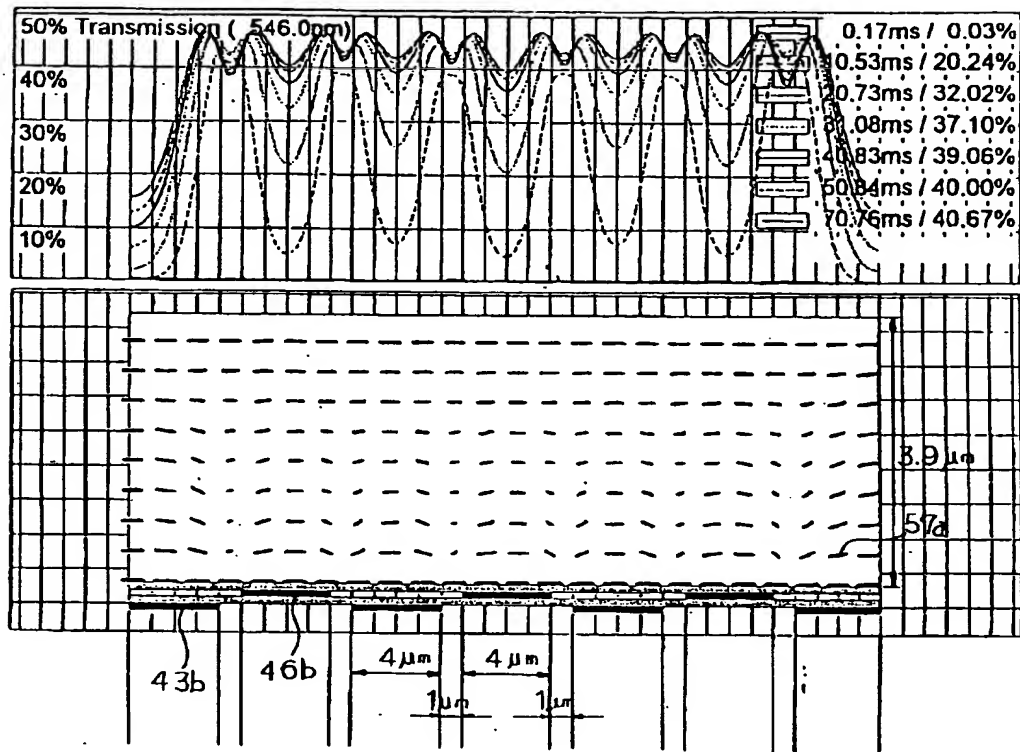
【図15】



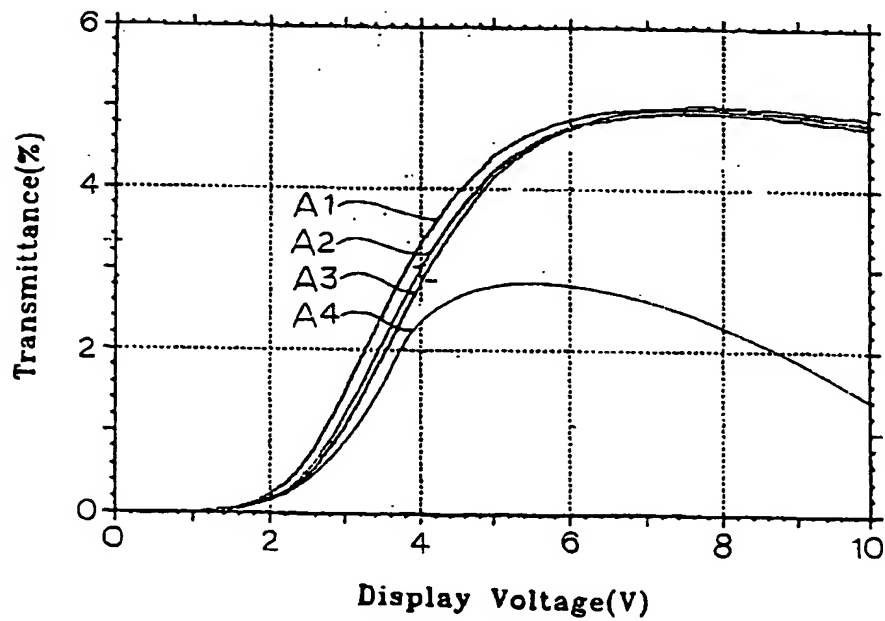
【図16】



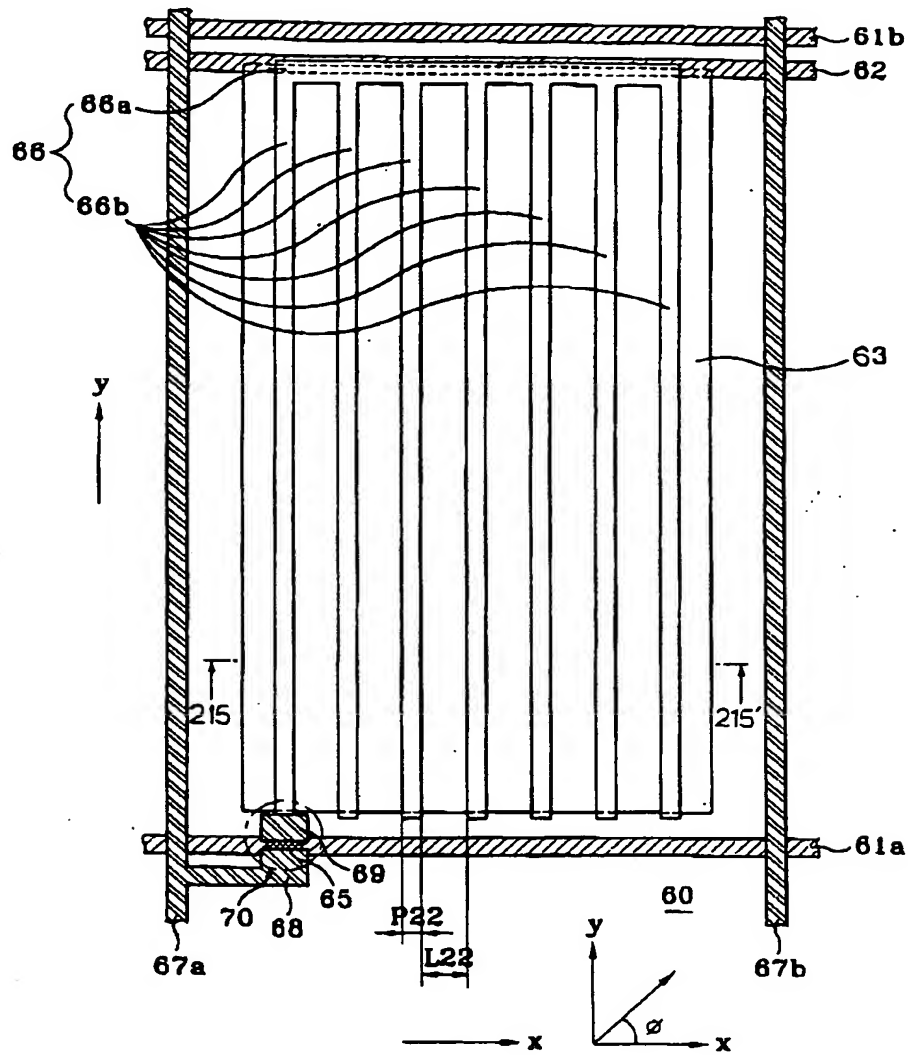
【図17】



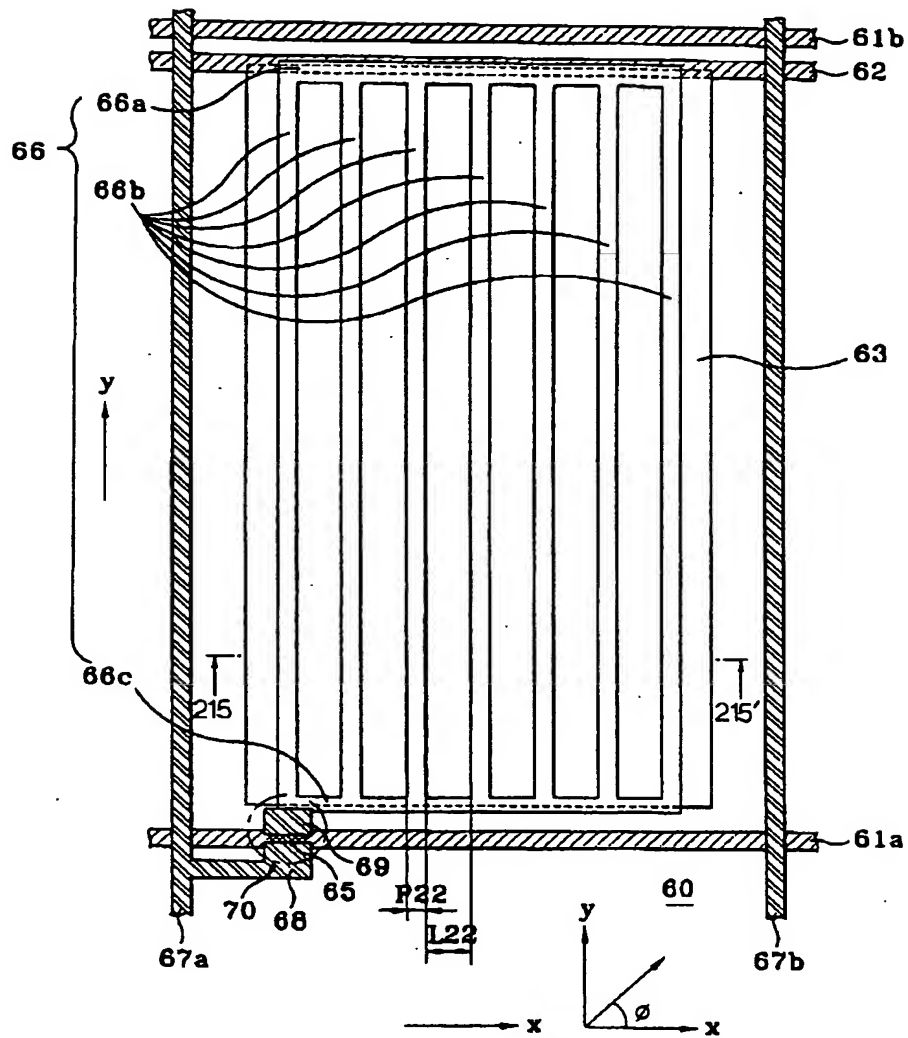
【図18】



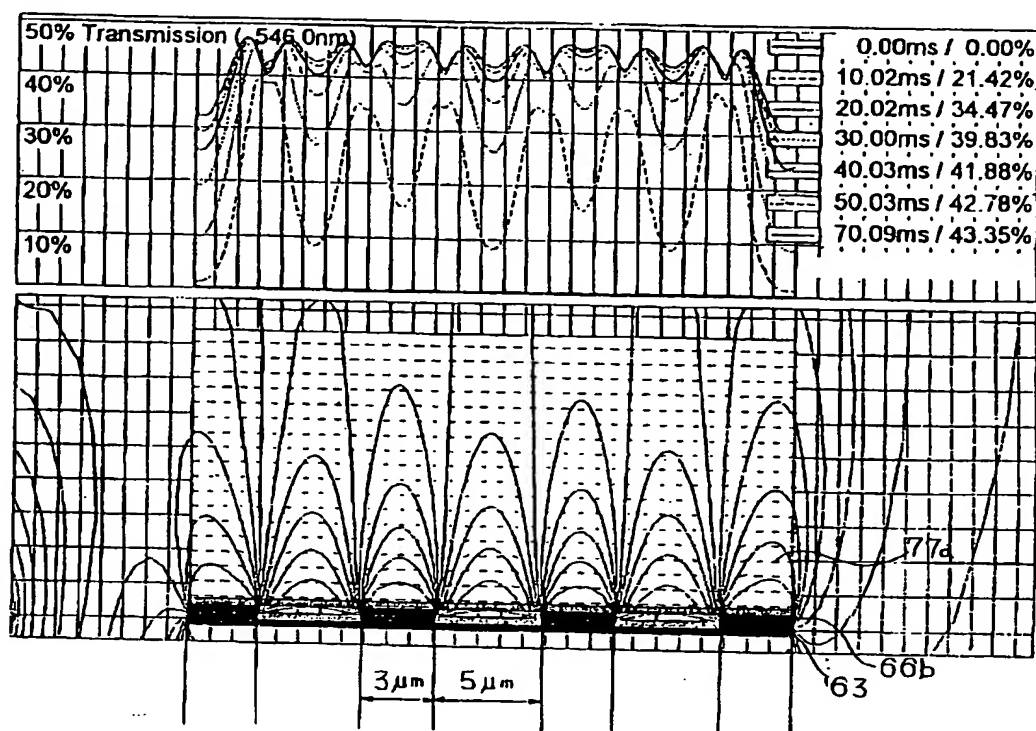
【図 19】



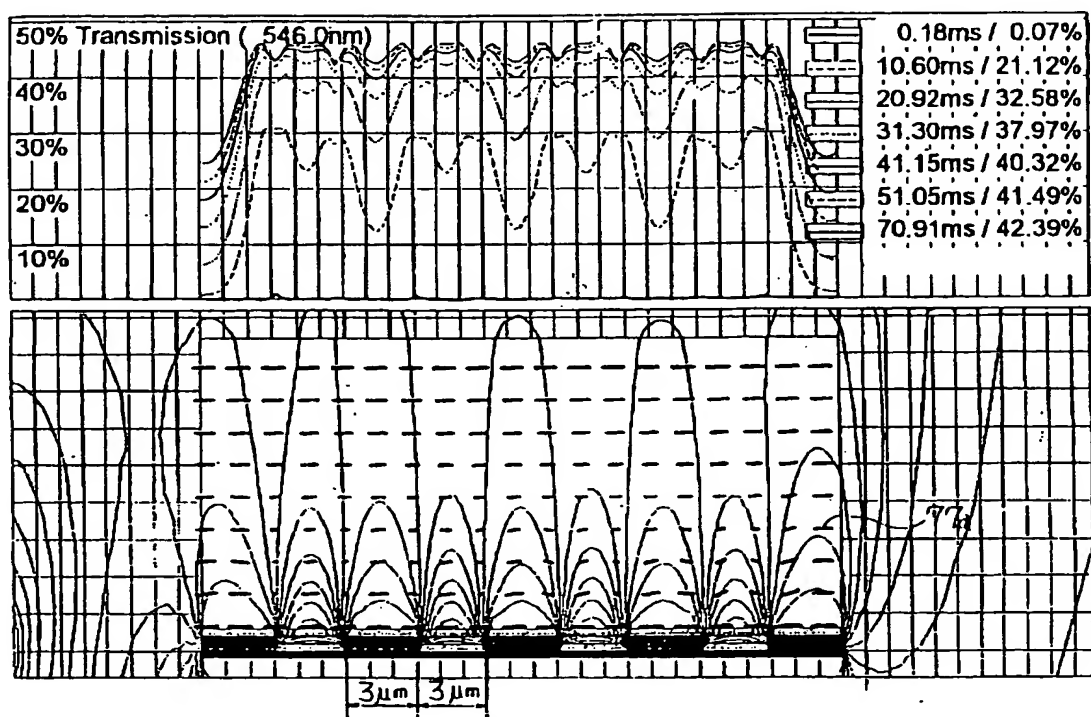
【図 20】



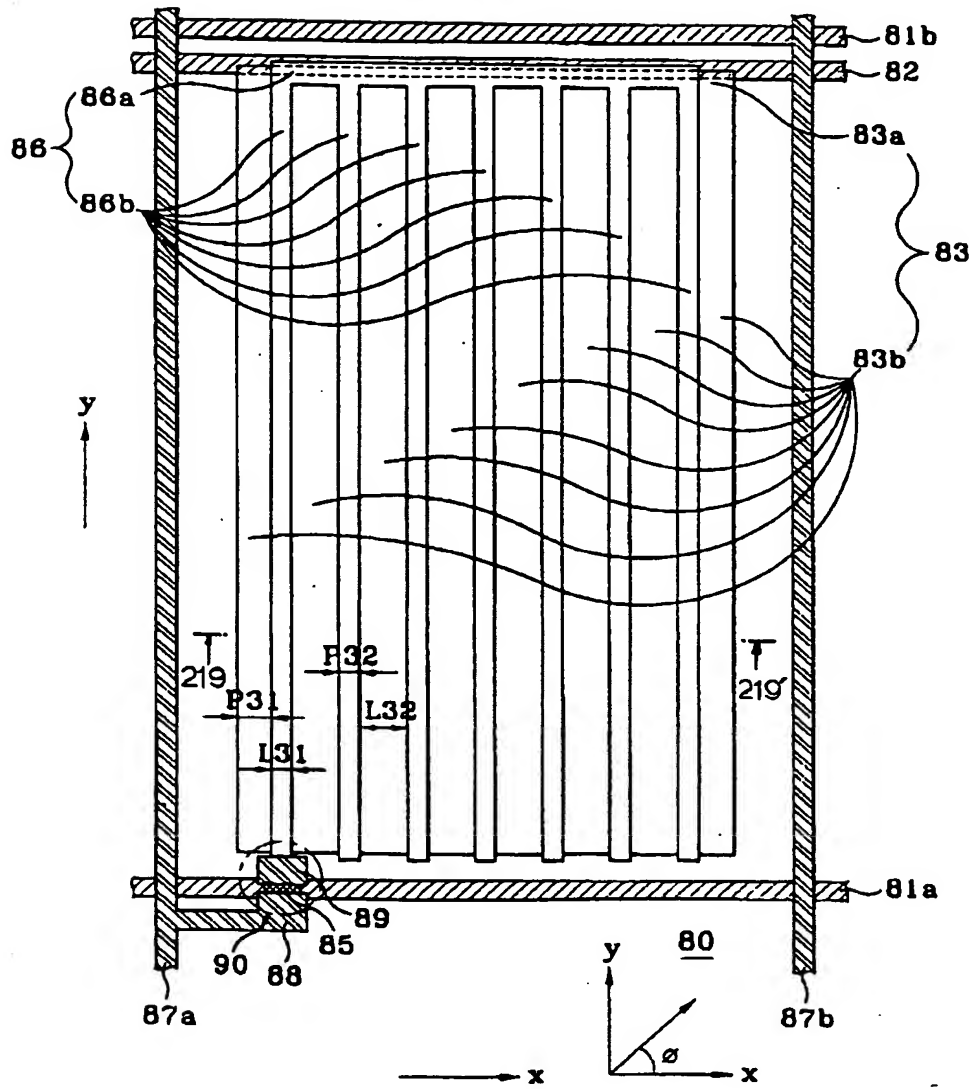
【図 22】



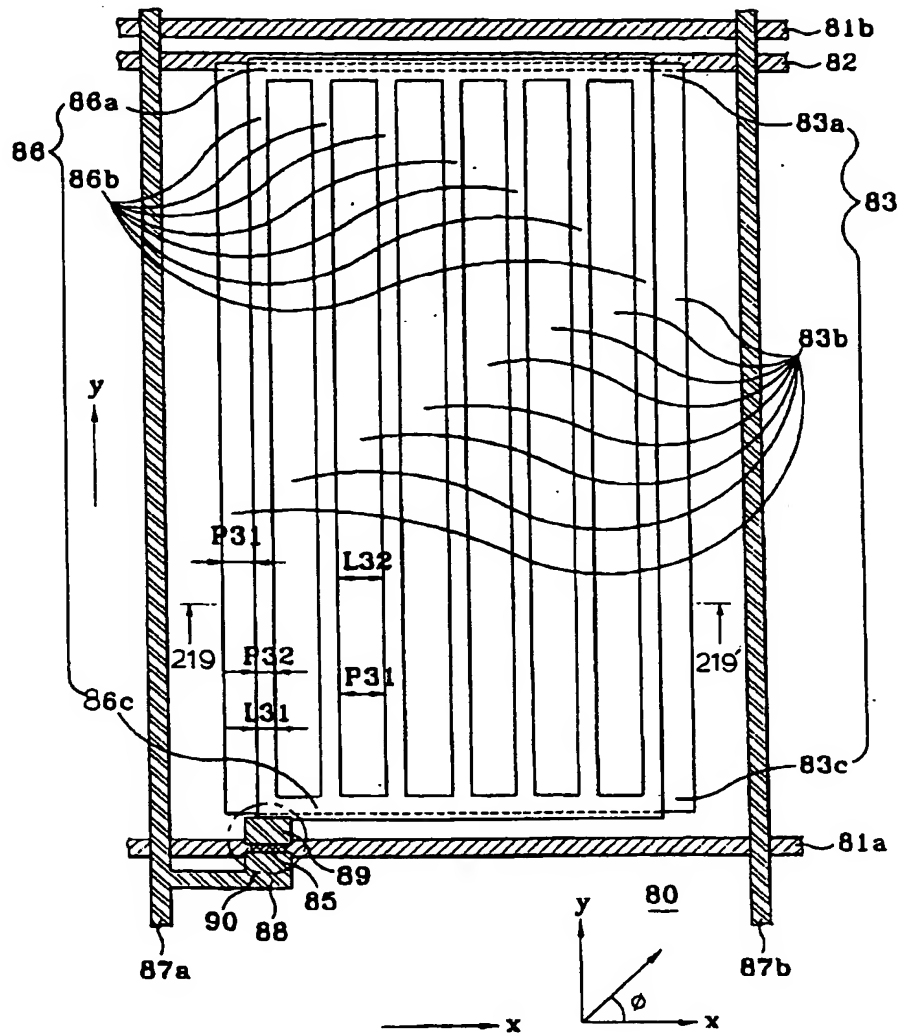
【図 23】



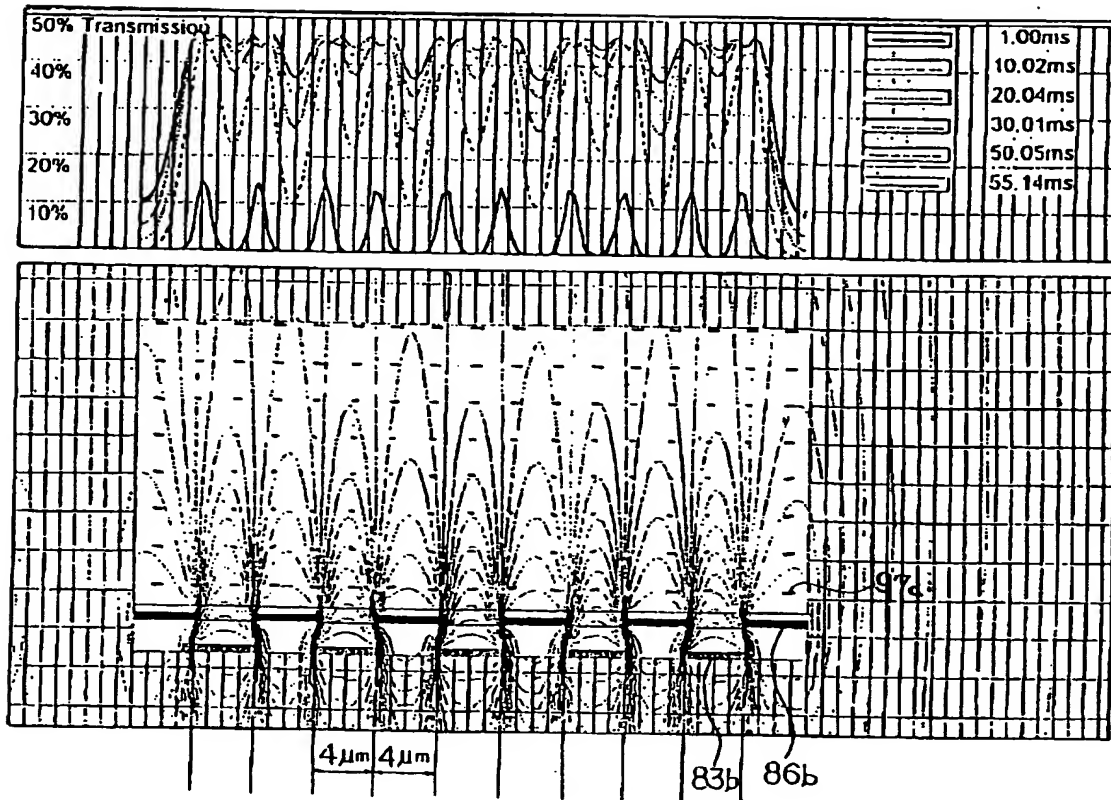
【図24】



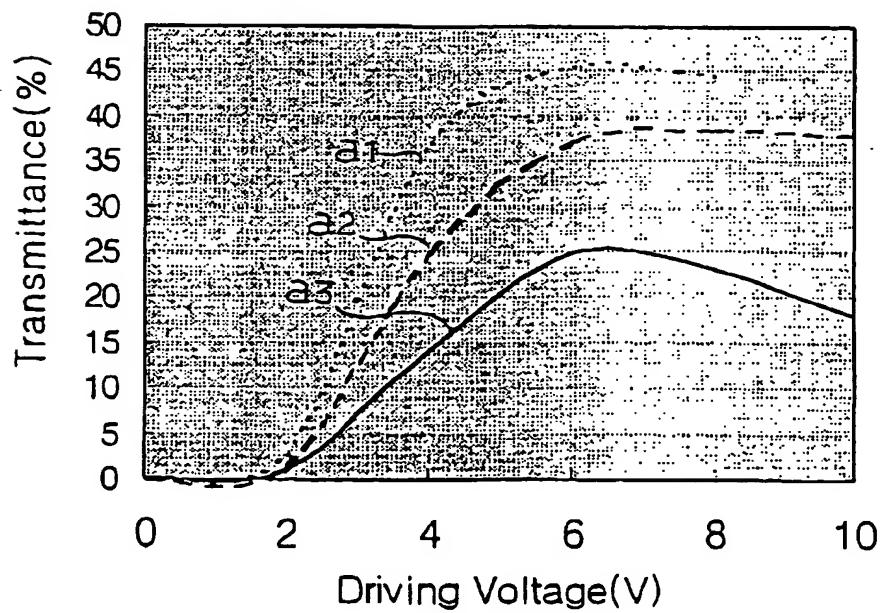
【図25】



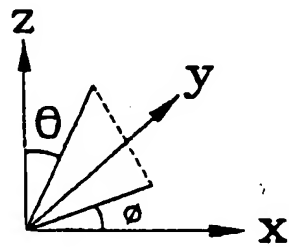
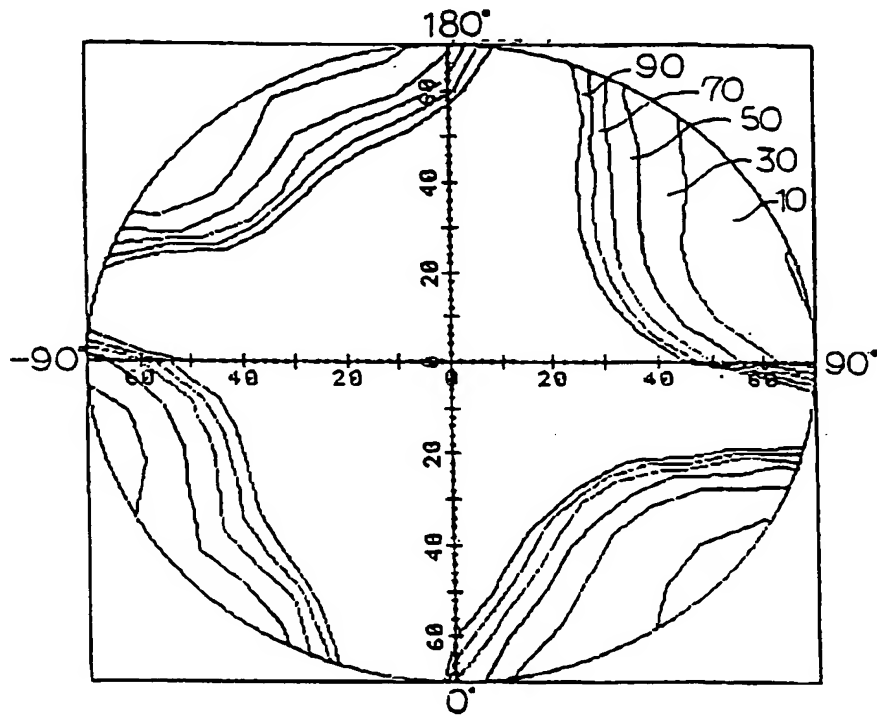
【図 2 7】



【図 3 1】

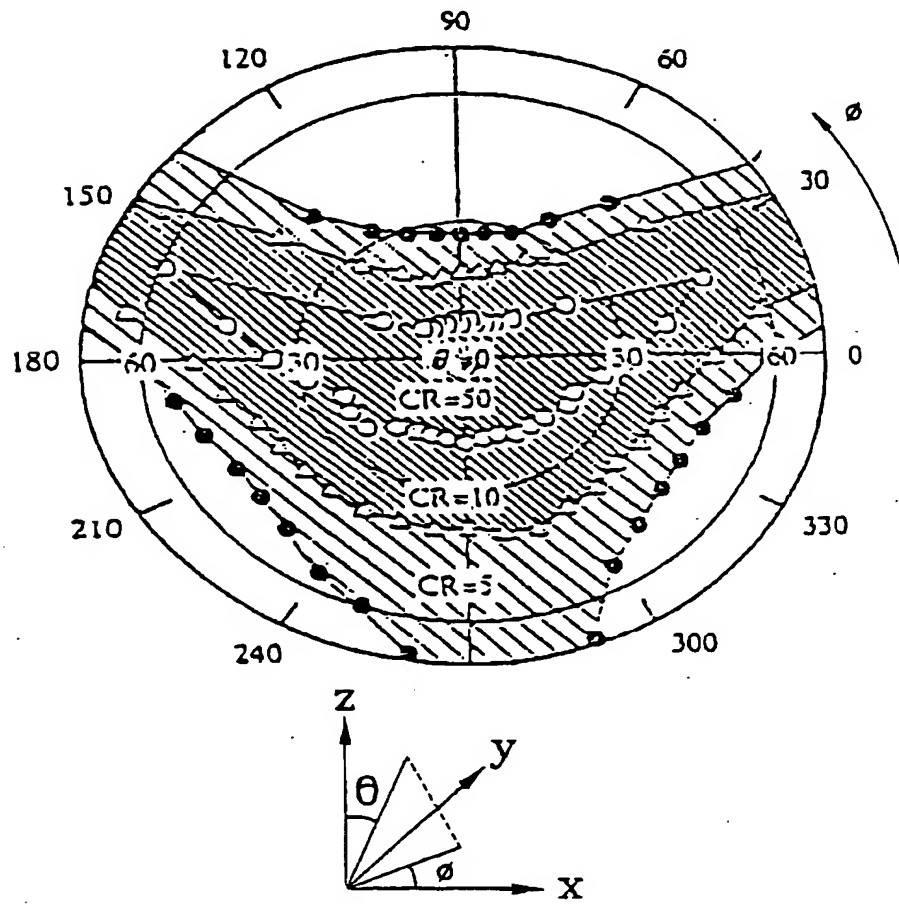


【図28】



90:CR=90
 70:CR=70
 50:CD=50
 30:CR=30
 10:CR=10

【図29】



【図30】

